

CR2



IP SERVICES

Home IP Services PATENTSCOPE® Patent Search



Search result: 1 of 1

**(WO/2001/075946) MULTIBEAM EXPOSURE APPARATUS COMPRISING  
MULTIAxis ELECTRON LENS, MULTIAxis ELECTRON LENS FOR FOCUSING  
MULTIPLE ELECTRON BEAM, AND METHOD FOR MANUFACTURING  
SEMICONDUCTOR DEVICE**

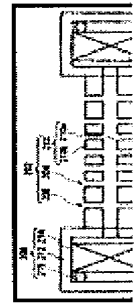
Biblio. Data Full Text National Phase Notices Documents

Latest bibliographic data on file with the International Bureau

**Pub. No.:** WO/2001/075946 **International Application No.:** PCT/JP2001/002280  
**Publication Date:** 11.10.2001 **International Filing Date:** 22.03.2001  
**Chapter 2 Demand Filed:** 02.11.2001  
**IPC:** G03F 7/20 (2006.01), H01J 37/317 (2006.01)  
**Applicant:** ADVANTEST CORPORATION [JP/JP]; 1-32-1, Asahi-cho Nerima-ku, Tokyo 179-0071 (JP).  
**Inventors:** HAMAGUCHI, Shinichi; c/o Advantest Corporation 1-32-1, Asahi-cho Nerima-ku, Tokyo 179-0071 (JP).  
HARAGUCHI, Takeshi; c/o Advantest Corporation 1-32-1, Asahi-cho Nerima-ku, Tokyo 179-0071 (JP).  
YASUDA, Hiroshi; c/o Advantest Corporation 1-32-1, Asahi-cho Nerima-ku, Tokyo 179-0071 (JP).  
**Agent:** RYUKA, Akihiro; 6F Toshin Building, 24-12, Shinjuku 1-chome Shinjuku-ku, Tokyo 160-0022 (JP).  
**Priority Data:** 2000-102619 04.04.2000 JP  
2000-251885 23.08.2000 JP  
2000-342655 03.10.2000 JP

**Title:** MULTIBEAM EXPOSURE APPARATUS COMPRISING MULTIAxis ELECTRON LENS, MULTIAxis  
ELECTRON LENS FOR FOCUSING MULTIPLE ELECTRON BEAM, AND METHOD FOR  
MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

**Abstract:** An electron beam exposure apparatus characterized by comprising  
a multiaxis electron lens which has a lens portion magnetic  
conductive part provided with apertures and arranged generally  
parallel and a nonmagnetic conductive part disposed between the  
lens portion magnetic conductive parts and provided with through



holes and in which the apertures and through holes form lens apertures through which beams pass.

**Designated States:** JP, KR,  
European Patent Office (EPO) (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE,  
TR).

**Publication Language:** Japanese (JA)

**Filing Language:** Japanese (JA)

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 10 月 11 日 (11.10.2001)

PCT

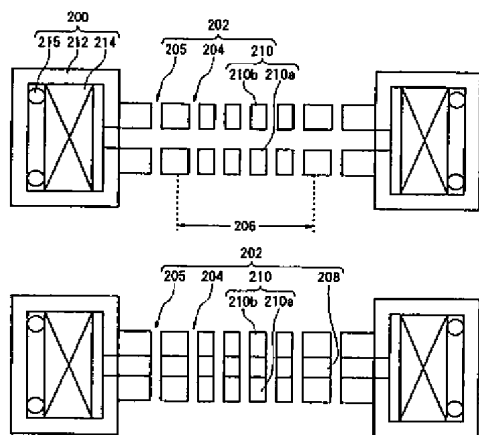
(10) 国際公開番号  
WO 01/75946 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/027, G03F 7/20, H01J 37/305, 37/065, 37/141 (72) 発明者: 濱口 新一 (HAMAGUCHI, Shinichi). 原口 岳士 (HARAGUCHI, Takeshi). 安田 洋 (YASUDA, Hiroshi); 〒179-0071 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社 アドバンテスト内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/02280 (74) 代理人: 龍華明裕 (RYUKA, Akihiro); 〒160-0022 東京都新宿区新宿1丁目24番12号 東信ビル6階 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2001 年 3 月 22 日 (22.03.2001) (81) 指定国 (国内): JP, KR.
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-102619 2000 年 4 月 4 日 (04.04.2000) JP  
特願2000-251885 2000 年 8 月 23 日 (23.08.2000) JP  
特願2000-342655 2000 年 10 月 3 日 (03.10.2000) JP
- (71) 出願人: 株式会社 アドバンテスト (ADVANTEST CORPORATION) [JP/JP]; 〒179-0071 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 Tokyo (JP). 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: MULTIBEAM EXPOSURE APPARATUS COMPRISING MULTIAxis ELECTRON LENS, MULTIAxis ELECTRON LENS FOR FOCUSING MULTIPLE ELECTRON BEAM, AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 多軸電子レンズを用いたマルチビーム露光装置、複数の電子ビームを集束する多軸電子レンズ、半導体素子製造方法



(57) Abstract: An electron beam exposure apparatus characterized by comprising a multiaxis electron lens which has a lens portion magnetic conductive part provided with apertures and arranged generally parallel and a nonmagnetic conductive part disposed between the lens portion magnetic conductive parts and provided with through holes and in which the apertures and through holes form lens apertures through which beams pass.

(57) 要約:

複数の開口部を有する略平行に配置された複数のレンズ部磁性導体部、及び当該複数のレンズ部磁性導体部の間に設けられ、複数の貫通部を有する非磁性導体部を有し、複数の開口部と、複数の貫通部が、複数のビームを通過させる複数のレンズ開口部を形成する多軸電子レンズを備えたことを特徴とする電子ビーム露光装置を提供する。

WO 01/75946 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

多軸電子レンズを用いたマルチビーム露光装置、複数の電子ビームを集束する多軸電子レンズ、半導体素子製造方法

5

## 技術分野

本発明は、マルチビーム露光装置、多軸電子レンズの製造方法、半導体素子製造方法に関する。また本出願は、下記の日本特許出願に関連する。文献の参照による組み込みが認められる指定国については、下記の出願に記載された内容を参照により本出願に組み込み、本出願の記載の一部とする。

10

特願 2 0 0 0 - 1 0 2 6 1 9

出願日 平成 1 2 年 4 月 4 日

特願 2 0 0 0 - 2 5 1 8 8 5

出願日 平成 1 2 年 8 月 2 3 日

特願 2 0 0 0 - 3 4 2 6 5 5

出願日 平成 1 2 年 1 0 月 3 日

## 15 背景技術

ウェハに半導体デバイス等を形成するためのパターンを露光する電子ビーム露光装置として、複数の電子ビームを用いた電子ビーム露光装置がある。例えば、平行に配置された 2 枚の磁性板に複数の開口部を設け、当該開口部のそれぞれに電子ビームを通過させることにより、各電子ビームを集束させる電子ビーム露光装置（特公昭 5 1 - 1 6 7 5 4 号公報、特開昭 5 4 - 2 3 4 7 6 号公報）が知られている。

20

近年、半導体デバイスの微細化が急速に進んでおり、半導体デバイスに含まれる配線等を形成するためのパターンを露光する露光装置は、極めて高い露光精度が要求されている。このようなパターンを露光する露光装置として、複数の電子ビームを用いて露光処理を行う電子ビーム露光装置の量産デバイスへの実用化が期待されている。また、半導体デバイスを形成するウェハの大口径化も進んでいる。このようなウェハに対して複数の電子ビームを用いてパターンを露光する

25

場合において、複数の電子ビームのウェハに対する焦点等を均一にするのが好ましい。

しかしながら従来の電子ビーム露光装置は、電子レンズに設けられた複数の開口部において形成される磁界が開口部毎に異なる。従って、当該開口部を通過する電子ビームが、当該開口部に形成された磁界から受ける力が電子ビーム毎に異なるため、複数の電子ビームのウェハに対する焦点等を均一にすることが極めて困難である。そのため、従来の電子ビーム露光装置では、複数の電子ビームを用いて精度よくウェハにパターンを露光するのが難しく、電子ビーム露光装置の実用化に向けて大きな障壁となっている。

そこで本発明は、このような問題を解決することを目的とする。

#### 発明の開示

このような目的を達成するために、本発明の第1の形態によれば、複数の電子ビームにより、ウェハを露光する電子ビーム露光装置であって、複数の開口部を有する略平行に配置された複数のレンズ部磁性導体部、及び当該複数のレンズ部磁性導体部の間に設けられ、複数の貫通部を有する非磁性導体部を有し、複数の開口部と、複数の貫通部が、複数のビームを通過させる複数のレンズ開口部を形成する多軸電子レンズを備えたことを特徴とする電子ビーム露光装置を提供する。

また、多軸電子レンズは、レンズ部磁性導体部の周囲に設けられ、磁界を発生するコイルと、コイルの周囲に設けられたコイル部磁性導体部とを含むコイル部を更に有してもよい。

また、コイル部磁性導体部と、複数のレンズ部磁性導体部とはそれぞれ異なる透磁率を有する材料により形成されてもよい。

また、複数の電子ビームを発生する複数の電子銃と、電子銃に電氣的に接続され、複数の電子銃に対して異なる電圧を印加する電圧制御手段とを更に備えてもよい。

また、電圧制御手段は、多軸電子レンズにより複数の電子ビームが受ける磁場強度に応じて、複数の電子銃に対して異なる電圧を印加する手段を有してもよい。

また、電圧制御手段は、ウェハに照射される複数の電子ビームの断面に含まれる辺が、略平行になるように複数の電子銃に異なる電圧を印加する手段を有してもよい。

また、電圧制御手段は、ウェハに照射される複数の電子ビームの焦点位置が等しくなるように複数の電子銃に異なる電圧を印加する手段を有してもよい。

また、電圧制御手段は、所定の電圧を生成する手段と、所定の電圧を昇圧又は降圧して、複数の電子銃に異なる電圧を印加する手段とを有してもよい。

また、電子ビームの断面を縮小する多軸電子レンズを少なくとも一段更に備えてもよい。

また、複数の電子ビームを成形する複数の第1成形開口部を含む第1成形部材と、第1成形部材を通過した複数の電子ビームを独立に偏向する第1成形偏向手段と、第1成形偏向部を通過した複数の電子ビームを、所望の形状に成形する複数の第2成形開口部を含む第2成形部材とを有する電子ビーム成形手段を更に備えてもよい。

また、第1成形偏向部で偏向された複数の電子ビームを、独立に、且つウェハにおいて電子ビームが照射される面に対して略垂直方向に偏向する第2成形偏向部を更に備え、成形手段は、第2成形偏向部で偏向された複数の電子ビームが、第2成形部材を通過することにより所望の形状に成形してもよい。

また、第2成形部材は、第1成形偏向部および第2成形偏向部が各々の電子ビームを偏向し、第2成形部材に照射する領域である成形部材照射領域を有し、第2成形部材は、成形部材照射領域において、第2成形開口部および第2成形開口部と異なる形状を有する開口部を有してもよい。

また、複数の電子ビームを発生する複数の電子銃と、発生した複数の電子ビームを独立に集束して第1成形部材に照射する多軸電子レンズとを更に備え、第1成形部材は、多軸電子レンズを通過した電子ビームを分割してもよい。

また、多軸電子レンズを複数段備えてもよい。

本発明の第2の形態によると、複数の電子ビームを独立に集束する電子レンズであって、複数の開口部を有する略平行に配置された複数の磁性導体部と、複数の磁性導体部の間に設けられ、複数の貫通部を有する非磁性導体部とを備え、複数の開口部と、複数の貫通部が、複数のビームを通過させる複数のレンズ開口部を形成することを特徴とする電子レンズを提供する。

本発明の第3の形態によると、ウェハに半導体素子を製造する半導体素子製造方法であって、複数の開口部を有する略平行に配置された複数の磁性導体部を有し、複数の磁性導体部にそれぞれ含まれる開口部が、複数の電子ビームを通過させる複数のレンズ開口部を形成する多軸電子レンズを用いて、複数の電子ビームの焦点調整を独立に行う焦点調整工程と、ウェハに、複数の電子ビームを照射して、ウェハにパターンを露光する工程とを備えることを特徴とする半導体素子製造方法を提供する。

## 15 図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置100の構成を示す。

図2は、電子ビーム発生部10に所定の電圧を印加する電源制御手段520を示す。

図3は、電子ビーム成形手段の他の実施例を示す。

図4は、ブランキング電極アレイ26の構成を示す。

図5は、ブランキング電極アレイ26の断面図を示す。

図6は、電子ビームを偏向する第1成形偏向部18の構成を示す。

図7は、偏向器184の構成を示す。

図8は、本発明の一実施形態に係る電子レンズである第1多軸電子レンズ16の上面図を示す。

図9は、第1多軸電子レンズ16の他の実施例を示す。

図10は、第1多軸電子レンズ16の他の実施例を示す。

図 1 1 は、 第 1 多軸電子レンズ 1 6 の他の実施例を示す。

図 1 2 は、 第 1 多軸電子レンズ 1 6 の断面図を示す。

図 1 3 は、 多軸電子レンズの他の実施例を示す。

図 1 4 は、 レンズ部 2 0 2 の他の実施例を示す。

5 図 1 5 は、 レンズ部 2 0 2 の他の実施例を示す。

図 1 6 は、 レンズ部 2 0 2 の他の実施例を示す。

図 1 7 は、 多軸電子レンズのレンズ強度を調整するレンズ強度調整部の一例を示す。

10 図 1 8 は、 多軸電子レンズのレンズ強度を調整するレンズ強度調整部の他の例を示す。

図 1 9 は、 第 1 成形偏向部 1 8 及び遮蔽部 6 0 0 の構成を示す。

図 2 0 は、 第 1 遮蔽電極 6 0 4 及び第 2 遮蔽電極 6 1 0 の構成を示す。

図 2 1 は、 第 1 成形偏向部 1 8 及び遮蔽部 6 0 0 の構成の他の例を示す。

図 2 2 は、 第 1 成形偏向部 1 8 の構成の他の実施例を示す。

15 図 2 3 は、 偏向部 6 0、 第 5 多軸電子レンズ 6 2、 及び遮蔽部 9 0 0 の構成の一例を示す。

図 2 4 は、 遮蔽部 (6 0 0、 9 0 0) により遮蔽された電界を示す。

図 2 5 は、 第 1 成形部材 1 4 及び第 2 成形部材 2 2 の一例を示す。

20 図 2 6 は、 第 2 成形部材 2 2 における成形部材照射領域 5 6 0 の他の例を示す。

図 2 7 は、 図 1 において説明した制御系 1 4 0 の構成の一例を示す。

図 2 8 は、 個別制御系 1 2 0 に含まれる各構成の詳細を示す。

図 2 9 は、 反射電子検出装置 5 0 の構成を一例を示す。

図 3 0 は、 反射電子検出装置 5 0 の構成の他の実施例を示す。

25 図 3 1 は、 反射電子検出装置 5 0 の構成の他の実施例を示す。

図 3 2 は、 反射電子検出装置 5 0 の構成の他の実施例を示す。

図 3 3 は、 本発明に係る電子ビーム露光装置 1 0 0 の他の実施例を示す。

図34は、電子ビーム発生部10の構成を示す。

図35は、ブランキング電極アレイ26の構成を示す。

図36は、電子ビームを偏向する第1成形偏向部18の構成を示す。

図37は、本実施例における電子ビーム露光装置100のウェハ44上の露光  
5 動作を示す。

図38は、主偏向部42及び副偏向部38の露光処理中の偏向動作を模式的に  
示す。

図39は、第1多軸電子レンズ16の一例を示す。

図40は、第1多軸電子レンズ16の断面の一例を示す。

10 図41は、本発明における電子ビーム露光装置100の他の実施例を示す。

図42は、BAAデバイス27の構成を示す。

図43は、第3多軸電子レンズ34の上面図を示す。

図44は、偏向部60の上面図を示す。

図45は、本発明の一実施形態に係る多軸電子レンズに含まれるレンズ部20  
15 2の製造方法の工程の一例を示す。

図46は、突出部218を形成する工程の一例を示す。

図47は、レンズ部202の製造方法の他の実施例を示す。

図48は、コイル部200とレンズ部202とを固定する固定工程を示す。

図49は、ウェハから半導体素子を製造する、本発明の一実施形態に係る半導  
20 体素子製造工程のフローチャートである。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置100の構成を示す。  
25 電子ビーム露光装置100は、電子ビームによりウェハ44に所定の露光処理を  
施すための露光部150と、露光部150に含まれる各構成の動作を制御する制  
御系140とを備える。

露光部 150 は、複数の排気孔 70 が設けられた筐体 8 と、複数の電子ビームを発生し、電子ビームの断面形状を所望に成形する電子ビーム成形手段と、複数の電子ビームをウェハ 44 に照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切替える照射切替手段と、ウェハ 44 に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ用投影系を含む電子光学系を備える。また、露光部 150 は、パターンを露光すべきウェハ 44 を載置するウェハステージ 46 と、ウェハステージ 46 を駆動するウェハステージ駆動部 48 とを含むステージ系を備える。

電子ビーム成形手段は、複数の電子ビームを発生させる電子ビーム発生部 10 と、発生した電子ビームを放出させるアノード 13 と、電子ビームを通過させることにより電子ビームの断面形状を成形する複数の開口部を有するスリットカバー 11、第 1 成形部材 14、及び第 2 成形部材 22 と、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第 1 多軸電子レンズ 16 と、第 1 多軸レンズ 16 の各レンズ開口部において形成された磁界が、当該レンズ開口部を通過する電子ビームに対して与える力であるレンズ強度を調整する第 1 レンズ強度調整部 17 と、アノード 13 を通過した電子ビームを独立して偏向するスリット偏向部 15 と、第 1 成形部材 14 を通過した複数の電子ビームを独立に偏向する第 1 成形偏向部 18 及び第 2 成形偏向部 20 とを有する。

電子ビーム発生部 10 は、碍子 106 と、熱電子を発生させるカソード 12 と、カソード 12 を囲むように形成され、カソード 12 で発生した熱電子を安定させるグリッド 102 とを有する。カソード 12 とグリッド 102 とは、電氣的に絶縁されるのが望ましい。本実施例において電子ビーム発生部 10 は、碍子 106 に所定の間隔を隔てて設けられた複数の電子銃 104 を有することにより、電子銃アレイを形成する。

スリットカバー 11、第 1 成形部材 14、及び第 2 成形部材 22 は、電子ビームが照射される面に、接地された白金などの金属膜を有することが望ましい。また、スリットカバー 11、第 1 成形部材 14、及び第 2 成形部材 22 は、それぞれスリットカバー 11、第 1 成形部材 14、及び第 2 成形部材 22 を冷却する冷却部を有

するのが望ましい。スリットカバー 1 1、第 1 成形部材 1 4、及び第 2 成形部材 2 2 は、冷却部を有することにより、照射された電子ビームの熱による温度上昇を抑えることができる。

5       スリットカバー 1 1、第 1 成形部材 1 4、及び第 2 成形部材 2 2 に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率よく通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをも有してもよい。また、スリットカバー 1 1、第 1 成形部材 1 4 及び第 2 成形部材 2 2 に含まれる複数の開口部は、矩形に形成されるのが好ましい。

10       照射切替手段は、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第 2 多軸電子レンズ 2 4 と、第 2 多軸電子レンズ 2 4 の各レンズ開口部におけるレンズ強度を独立して調整するレンズ強度調整部 2 5 と、複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立に偏向させることにより、電子ビームをウェハ 4 4 に照射するかどうかを、電子ビーム毎に独立に切替えるブランキング電極アレイ 2 6 と、電子ビームを通過させる複数の開口部を含み、ブランキング電極アレイ 2 6 で偏向された電子ビームを遮蔽する電子ビーム遮蔽部材 2 8 とを有する。電子ビーム遮蔽部材 2 8  
15       に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率良く通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをも有してもよい。

      ウェハ用投影系は、複数の電子ビームを独立に集束し、ウェハ 4 4 に照射される電子ビーム像の回転を調整する第 3 多軸電子レンズ 3 4 と、第 3 多軸電子レンズ 3  
20       4 の各レンズ開口部におけるレンズ強度を独立して調整する第 3 レンズ強度調整部 3 5 と、複数の電子ビームを独立に集束し、ウェハ 4 4 に照射される電子ビームの縮小率を調整する第 4 多軸電子レンズ 3 6 と、第 4 多軸電子レンズ 3 6 の各レンズ開口部におけるレンズ強度を独立して調整する第 4 レンズ強度調整部 3 7 と、複数の電子ビームをウェハ 4 4 の所望の位置に、電子ビーム毎に独立に偏向する偏向部  
25       6 0 と、複数の電子ビームを独立に集束し、ウェハ 4 4 に対する対物レンズとして機能する第 5 多軸電子レンズ 6 2 とを有する。本実施例において第 3 多軸電子レンズ 3 4 及び第 4 多軸電子レンズ 3 6 は一体に形成されているが、他の例においては

別個に形成されてもよい。

制御系 140 は、統括制御部 130 と、多軸電子レンズ制御部 82 と、反射電子処理部 99 と、ウェハステージ制御部 96 と、複数の電子ビームに対する露光パラメータをそれぞれ独立に制御する個別制御部 120 とを備える。統括制御部 130 は、例えばワークステーションであって、個別制御部 120 に含まれる各制御部を統括制御する。多軸電子レンズ制御部 82 は、第 1 多軸電子レンズ 16、第 2 多軸電子レンズ 24、第 3 多軸電子レンズ 34 及び第 4 多軸電子レンズ 36 に供給する電流を制御する。反射電子処理部 99 は、反射電子検出装置 50 において検出された反射電子や 2 次電子等の電子の量に基づく信号を受け取り、統括制御部 130 に通知する。ウェハステージ制御部 96 は、ウェハステージ駆動部 48 を制御し、ウェハステージ 46 を所定の位置に移動させる。

個別制御部 120 は、電子ビーム発生部 10 を制御する電子ビーム制御部 80 と、第 1 成形偏向部 18 及び第 2 成形偏向部 20 を制御する成形偏向制御部 84 と、各レンズ強度調整部 (17、25、35、37) を制御するレンズ強度制御部 88 と、ブランキング電極アレイ 26 に含まれる偏向電極に印加する電圧を制御するブランキング電極アレイ制御部 86 と、偏向部 60 が有する複数の偏向器に含まれる電極に印加する電圧を制御する偏向制御部 98 とを有する。

本実施例における電子ビーム露光装置 100 の動作について説明する。まず、電子ビーム発生部 10 が、複数の電子ビームを発生する。電子ビーム発生部 10 において発生された電子ビームはアノード 13 を通過し、スリット偏向部 15 に入射する。スリット偏向部 15 は、アノード 13 を通過した電子ビームのスリットカバー 11 に対する照射位置を調整する。

スリットカバー 11 は、第 1 成形部材 14 に照射される電子ビームの面積を小さくすべく、スリットカバー 11 に照射された各電子ビームの一部を遮蔽し、電子ビームの断面を所定の大きさに成形する。スリットカバー 11 において成形された電子ビームは、第 1 成形部材 14 に照射され更に成形される。第 1 成形部材 14 を通過した電子ビームは、第 1 成形部材 14 に含まれる開口部の形状に対応する矩形の

断面形状をそれぞれ有する。

第1多軸電子レンズ16は、第1成形部材14において矩形に成形された複数の電子ビームを独立に集束し、第2成形部材22に対する電子ビームの焦点を、電子ビーム毎に独立に調整する。また、第1レンズ強度調整部17は、第1多軸電子レンズ16のレンズ開口部に入射された各電子ビームの焦点位置を補正すべく、第1電子レンズ16の各レンズ開口部におけるレンズ強度を調整する。

第1成形偏向部18は、第1成形部材14において矩形に成形された複数の電子ビームを、第2成形部材に対して所望の位置に照射すべく電子ビーム毎に独立して偏向する。第2成形偏向部20は、第1成形偏向部18で偏向された複数の電子ビームを、第2成形部材22に対して略垂直方向に照射すべく電子ビーム毎に独立に偏向する。その結果、電子ビームが、第2成形部材22の所望の位置に、第2成形部材22に対して略垂直に照射される。

矩形形状を有する複数の開口部を含む第2成形部材22は、各開口部に照射された矩形の断面形状を有する複数の電子ビームを、ウェハ44に照射されるべき所望の矩形の断面形状を有する電子ビームに更に成形する。また、本実施例において第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20は同一の基板に設けられているが、他の例においては、それぞれ別個に設けられてもよい。

第2多軸電子レンズ24は、複数の電子ビームを独立に集束して、ブランキング電極アレイ26に対する電子ビームの焦点を、電子ビーム毎に独立に調整する。また、第2レンズ強度調整部25は、第2多軸電子レンズ24のレンズ開口部に入射された各電子ビームの焦点位置を補正すべく、第2電子レンズ24の各レンズ開口部におけるレンズ強度を調整する。第2多軸電子レンズ24により焦点が調整された電子ビームは、ブランキング電極アレイ26に含まれる複数のアパーチャに入射する。

ブランキング電極アレイ制御部86は、ブランキング電極アレイ26に形成された各アパーチャの近傍に設けられた偏向電極に電圧を印加するか否かを制御する。ブランキング電極アレイ26は、偏向電極に印加される電圧に基づいて、電子ビー

ムをウェハ４４に照射させるか否かを切替える。電圧が印加されたときは、ブラン  
キング電極アレイ２６のアーチャを通過した電子ビームは偏向され、電子ビーム  
遮蔽部材２８に含まれる開口部を通過できず、ウェハ４４に照射されない。電圧が  
印加されないときには、アーチャを通過した電子ビームは偏向されず、電子ビー  
ム遮蔽部材２８に含まれる開口部を通過することができ、電子ビームはウェハ４４  
に照射される。

第３多軸電子レンズ３４は、ブランキング電極アレイ２６を通過した電子ビーム  
の回転を調整する。具体的には、第３多軸電子レンズ３４は、ウェハ４４照射され  
る電子ビームの像の、当該電子ビームの光軸に対する回転を調整する。また、第３  
レンズ強度調整部３５は、第３多軸電子レンズの各レンズ開口部におけるレンズ強  
度を調整する。具体的には、第３レンズ強度調整部３５は、第３多軸電子レンズ３  
４に入射された各電子ビームの像の回転を一様にすべく、第３多軸電子レンズ３６  
の各レンズ開口部におけるレンズ強度を調整する。

第４多軸電子レンズ３６は、入射された電子ビームの照射径を縮小する。また、  
第４レンズ強度調整部３７は、各電子ビームの縮小率が略同一になるように第４多  
軸電子レンズ３６の各レンズ開口部におけるレンズ強度を調整する。そして第３多  
軸電子レンズ３４及び第４多軸電子レンズ３６を通過した電子ビームのうち、ブラ  
ンキング電極アレイ２６により偏向されない電子ビームが、電子ビーム遮蔽部材２  
８を通過し、偏向部６０に入射する。

偏向制御部９８は、偏向部６０に含まれる複数の偏向器を独立に制御する。偏向  
部６０は、複数の偏向器に入射される複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立に  
ウェハ４４の所望の位置に偏向する。更に、第５多軸電子レンズ６２は、偏向部６  
０に入射した電子ビームのウェハ４４に対する焦点を、それぞれ独立に調整する。  
そして、偏向部６０及び第５多軸電子レンズ６２を通過した電子ビームは、ウェハ  
４４に照射される。

露光処理中、ウェハステージ制御部９６は、一定方向にウェハステージ４８を動かす。  
ブランキング電極アレイ制御部８６は露光パターンデータに基づいて、電子

ビームを通過させるアパーチャを定め、各アパーチャに対する電力制御を行う。ウェハ44の移動に合わせて、電子ビームを通過させるアパーチャを適宜、変更し、更に主偏向部42及び偏向部60により電子ビームを偏向することにより、ウェハ44に所望の回路パターンを露光することができる。

- 5 本発明における、多軸電子レンズは、複数の電子ビームを独立に集束するため、各電子ビーム自身にクロスオーバは発生するが、複数の電子ビーム全体としては、クロスオーバは発生しない。そのため各電子ビームの電流密度を上げた場合であっても、クーロン相互作用による電子ビームの焦点ずれや位置ずれの原因となる電子ビーム誤差を大幅に低減することができる。従って、各電子ビームの電流密度を大きくすることができるため、ウェハにパターンを露光する露光時間を大幅に短縮することができる。
- 10

図2は、電子ビーム発生部10に所定の電圧を印加する電源制御手段520を示す。電圧制御手段520は、所定の電圧を生成するベース電源522と、当該所定の電圧を昇圧又は降圧して各カソード12に印加する調整電源524とを有する。

- 15 電圧制御手段520は、電子ビーム制御部80からの指示に基づいて、カソード12に印加する電圧を制御することにより、各電子ビームの加速電圧を制御する。電圧制御手段520は、多軸電子レンズ(16、24、34、36、62)により各電子ビームが受ける磁界強度に応じて、各電子ビームが生成される電子銃に含まれるカソード12に対して異なる電圧を印加して、各電子ビームの加速電圧を制御するのが好ましい。
- 20

- 電圧制御手段520は、ウェハ44に照射される複数の電子ビームの焦点位置が等しくなるように複数の電子銃に含まれるカソードに異なる電圧を印加して、各電子ビームの加速電圧を制御するのが好ましい。また、電圧制御手段520は、ウェハ44に照射される各電子ビームの断面に含まれる所定の辺が、略平行になるように複数の電子銃に含まれるカソード12に異なる電圧を印加することにより、各電子ビームの加速電圧を更に制御してもよい。
- 25

本実施例において、ベース電源522は、50kVの電圧を生成し、各調整電源

5 2 4 は、多軸電子レンズ（1 6、2 4、3 4、3 6、6 2）において、各カソード1 2 が生成した電子ビームが通過するレンズ開口部において生成される磁界強度に応じてベース電源が生成した電圧を昇圧又は降圧することにより、カソード1 2 に調整された電圧を印加する。例えば、多軸電子レンズの中心部におけるレンズ開口部の磁界強度が、多軸電子レンズの外周部におけるレンズ開口部の磁界強度より3 %弱い場合には、当該中心部におけるレンズ開口部を通過する電子ビームを生成するカソード1 2 の加速電圧を3 %増加させればよい。

10 電圧制御手段5 2 0 が、調整電源5 2 4 を有することにより、多軸電子レンズに含まれるレンズ開口部の磁界強度が異なる場合であっても、各電子ビームの加速電圧を制御し、各電子ビームがレンズ開口部を通過する時間を調整することができるため、各電子ビームがレンズ開口部において磁界から受ける影響を制御することができる。そして、各電子ビームのウェハ4 4 に対する焦点、及びウェハ4 4 に照射される電子ビームの像の回転を調整することができる。

15 図3 は、電子ビーム成形手段の他の例を示す。電子ビーム成形手段は、電子ビーム発生部1 0 において発生した複数の電子ビームを独立に集束して第1 成形部材1 4 に照射する多軸電子レンズである第1 照射多軸電子レンズ5 1 0 及び第2 照射多軸電子レンズ5 1 2 を更に備える。第1 照射多軸電子レンズ5 1 0 及び第2 照射多軸電子レンズ5 1 2 は、電子ビーム発生部1 0 と第1 成形部材1 4 との間に設けられる。

20 第1 照射多軸電子レンズ5 1 0 及び第2 照射多軸電子レンズ5 1 2 が有するレンズ開口部の数は、第1 多軸電子レンズ1 6 が有するレンズ開口部の数より少ないのが好ましい。また、第1 照射多軸電子レンズ5 1 0 及び第2 照射多軸電子レンズ5 1 2 が有するレンズ開口部の開口径は、第1 多軸電子レンズが有するレンズ開口部の開口径より大きいことが好ましい。また、第1 照射多軸電子レンズ5 1 0 及び第2 照射多軸電子レンズ5 1 2 が有するレンズ開口部の数は、電子ビーム発生部1 0 が有するカソード1 2 の数と同じ数であってよい。更に、第1 照射多軸電子レンズ5 1 0 及び第2 照射多軸電子レンズ5 1 2 は、露光処理中においても電子ビームが通過しな

いレンズ開口部であるダミー開口部を有してもよい。

第1照射多軸電子レンズ510は、電子ビーム発生部10において発生した電子ビームの焦点を調整する。具体的には、第1照射多軸電子レンズ510は、第1照射多軸電子レンズ510と第2照射多軸電子レンズ512との間において、第1照射多軸電子レンズ510を通過した各電子ビームがクロスオーバを形成するように、各電子ビームの焦点を調整するのが好ましい。そして、第2照射多軸電子レンズ512は、第1照射多軸電子レンズ510を通過した電子ビームを、第1成形部材14に対して照射すべく電子ビームの焦点を調整する。この場合において第2照射多軸電子レンズ512は、入射した電子ビームを第1成形部材14に対して略垂直に照射するように電子ビームの焦点を調整するのが好ましい。

第1照射多軸電子レンズ510及び第2照射多軸電子レンズ512のレンズ開口部を通過し、第1成形部材14に照射された電子ビームは、第1成形部材14において分割される。分割された各々の電子ビームは、第1多軸電子レンズ16において独立に集束される。そして、第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20において偏向された当該電子ビームは、第2成形部材22の所望の位置に照射され、所望の断面形状に成形される。また電子ビーム成形手段は、電子ビーム発生部10と第1成形部材14との間に、スリットカバー11（図1参照）を更に有してもよい。

本実施例において電子ビーム成形手段110は、電子ビーム発生部10において発生した電子ビームを、照射多軸電子レンズを用いて第1成形部材14に照射し、分割することができる。そのため、例えば電子銃アレイである電子ビーム発生部10に含まれるカソード12が配置される間隔が広い場合であっても、効率よく複数の電子ビームを生成することができる。また、カソード12を設ける間隔を広くすることができるため、電子ビーム発生部10を容易に形成することができる。

図4は、ブランキング電極アレイ26の構成を示す。ブランキング電極アレイ26は、電子ビームが通過する複数のアパーチャ166を有するアパーチャ部160と、図1におけるブランキング電極アレイ制御部86との接続部となる偏向電極パッド162及び接地電極パッド164とを有する。アパーチャ部160は、ブラン

キング電極アレイ 26 の中央部に配置されることが望ましい。また、ブランキング電極アレイ 26 は、アパーチャ部 160 の周囲に電子ビームが通過しないダミー開口部（図 1 参照）を有することが好ましい。ブランキング電極アレイ 26 がダミー開口部を有することにより、筐体 8 内部の排気のインダクタンスを低くすることができるため、効率よく筐体 8 内部を減圧することができる。

図 5 は、ブランキング電極アレイ 26 の断面図を示す。ブランキング電極アレイ 26 は、電子ビームが通過する複数のアパーチャ 166 と、通過する電子ビームを偏向する偏向電極 168 及び接地電極 170 と、ブランキング電極アレイ制御部 86（図 1 参照）との接続部となる偏向電極パッド 162 及び接地電極パッド 164 とを有する。

偏向電極 168 及び接地電極 170 は、電子ビームが通過するアパーチャ 166 毎に設けられる。偏向電極 168 は、配線層を介して偏向電極パッド 162 に電氣的に接続される。また、接地電極 170 は、導電層を介して接地電極パッド 164 に電氣的に接続される。ブランキング電極アレイ制御部 86 は、例えばプローブカードやポゴピンアレイ等の接続手段を介して、偏向電極パッド 162 及び接地電極パッド 164 にブランキング電極アレイ 26 を制御する制御信号を供給する。

次に、ブランキング電極アレイ 26 の動作について説明する。ブランキング電極アレイ制御部 86 から、偏向電極 168 に電圧が印加されていないときは、偏向電極 168 と接地電極 170 の間に電界は形成されず、アパーチャ 166 に入射した電子ビームは、電界の影響を実質的に受けることなくアパーチャ 166 を通過する。そして、アパーチャ 166 を通過した電子ビームは、電子ビーム遮蔽部材（図 1 参照）の開口部を通過し、ウェハ 44 に到達する。

ブランキング電極アレイ制御部 86 から、偏向電極 168 に電圧が印加されると、偏向電極 168 と接地電極 170 との間に、印加された電圧に基づく電界が形成される。アパーチャ 166 に入射した電子ビームは、偏向電極 168 と接地電極 170 の間に形成された電界の影響を受けて偏向される。具体的には、電子ビームは、電子ビーム遮蔽部材に含まれる開口部の外側に当たるように偏向される。偏向さ

れた電子ビームは、アパーチャ 166 を通過するが、電子ビーム遮蔽部材 28 に含まれる開口部を通過することができないため、ウェハ 44 に到達することができない。ブランキング電極アレイと 26 及び電子ビーム遮蔽手段 28 は、以上の偏向動作を行い、ウェハ 44 に、電子ビームを照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切替えることができる。

図 6 は、電子ビームを偏向する第 1 成形偏向部 18 の構成を示す。尚、電子ビーム露光装置 100 に含まれる第 2 成形偏向部 20 及び偏向部 60 も、第 1 成形偏向部 18 と同様の構成を有してよく、以下において、代表して第 1 成形偏向部 18 の構成について説明する。

10 第 1 成形偏向部 18 は、基材 186 と、偏向器アレイ 180 と、偏向電極パッド 182 とを有する。偏向器アレイ 180 は、基材 186 の中央部に設けられ、偏向電極パッド 182 は、基材 186 の周辺部に設けられるのが望ましい。また、基材 186 は、偏向器アレイ 180 が設けられた領域の周囲に、電子ビームが通過しないダミー開口部（図 1 参照）を更に有するのが好ましい。

15 偏向器アレイ 180 は、複数の偏向電極及び開口部により形成される複数の偏向器 184 を有する。偏向電極パッド 182 は、例えばプローブカードやポゴピンアレイ等の接続手段を介して接続されることにより、成形偏向制御部 84（図 1 参照）と電氣的に接続される。図 4 を参照して、偏向器アレイ 180 に設けられた複数の偏向器 184 は、ブランキング電極アレイ 26 に設けられた複数のアパーチャに対応して各々設けられる。

25 図 7 は、偏向器 184 の構成を示す。図 7（a）に示すように、偏向器 184 は、基材 186 に、電子ビームが通過する開口部 194 と、通過する電子ビームを偏向する複数の偏向電極 190 と、偏向電極 190 と偏向電極パッド 182（図 6 参照）を電氣的に接続する配線 192 とを有する。複数の偏向電極 190 は、開口部 194 の周囲に設けられる。偏向器 184 は、電界を利用して高速に電子ビームを偏向することが可能な静電型偏向器であることが好ましく、対向する 4 組の電極を有する円筒型均等 8 極型の構成を有することが更に好ましい。

偏向器 184 の動作について説明する。複数の偏向電極 190 の各々に所定の電圧を印加することにより、開口部 194 に電界が形成される。開口部 194 に入射した電子ビームは、形成された電界の影響を受け、電界の向きに対応する所定の方向、及び電界強度に対応する所定の量だけ偏向される。そのため、電子ビームを所望の方向及び偏向量だけ偏向する電界を形成するように、偏向電極 190 の各々に電圧を印加することにより、電子ビームを所望の位置に偏向することができる。

図 7 (b) に示すように偏向器 180 は、対向する所定の偏向電極 190 に所定の電圧を印加し、対向する他の電極に当該所定の電圧と異なる電圧を印加することにより、開口部 194 を通過する電子ビームに対して非点補正を行うことができる。また、図 7 (c) に示すように、全ての偏向電極 190 に略等しい電圧を印加することにより、開口部 194 を通過する電子ビームに対して焦点補正を行うことができる。

図 8 は、本発明の一実施形態に係る電子レンズである第 1 多軸電子レンズ 16 の上面図を示す。尚、電子ビーム露光装置 100 に含まれる第 2 多軸電子レンズ 24、第 3 多軸電子レンズ 34、第 4 多軸電子レンズ 36 及び第 5 多軸電子レンズ 62 も、第 1 多軸電子レンズ 16 と同様の構成を有しており、以下において、多軸電子レンズの構成に関して、代表して第 1 多軸電子レンズ 16 の構成に基づいて説明する。

第 1 多軸電子レンズ 16 は、電子ビームが通過するレンズ開口部 204 を有するレンズ部 202 と、レンズ部 202 の周囲に設けられ磁界を発生するコイル部 200 とを備える。また、レンズ部 202 は、複数のレンズ開口部 204 が設けられる領域であるレンズ領域 206 を有する。各電子ビームが通過するレンズ開口部 204 は、図 4 及び図 6 を参照して、ブランキング電極アレイ 26 に含まれるアパーチャ 166、及び偏向器アレイ 180 に含まれる偏向器 184 の位置に対応して配置されるのが好ましい。具体的には、レンズ開口部 204 は、各電子ビーム成形部材、各偏向部、及びブランキング電極アレイ 26 に設けられた電子ビームが通過する開口部と略同軸になるように設けられる。

レンズ部 202 は、電子ビームが通過しない開口部であるダミー開口部 205 を更に有するのが望ましい。ダミー開口部 205 は、各レンズ開口部 204 におけるレンズ強度が略等しくなるように、レンズ部 202 の所定の位置に配置されるのが望ましい。第 1 多軸電子レンズ 16 は、レンズ部 202 においてダミー開口部 205 を有することにより、各レンズ開口部 204 におけるレンズ強度が略等しくなるように、即ち、レンズ開口部 204 における磁界強度を略均一にするように調整することができる。

本実施例においてダミー開口部 205 は、レンズ領域 206 の外周に設けられる。この場合においてレンズ開口部 204 及びダミー開口部 205 は、各レンズ開口部 204 及び各ダミー開口部 205 が格子点を形成するように格子状に設けられてもよい。また、ダミー開口部 205 は、レンズ領域 206 の外周に円状に設けられてもよい。また、ダミー開口部 205 は、レンズ部 202 においてレンズ領域 206 の内部に設けられてもよい。ダミー開口部 205 が設けられる位置を調整することにより、各レンズ開口部 204 におけるレンズ強度をより細かく調整することができる。

また、レンズ部 202 は、レンズ開口部 204 と異なる大きさ及び／又は形状を有するダミー開口部 205 を有してもよい。ダミー開口部 205 の大きさ及び／又は形状を調整することにより、各レンズ開口部 204 におけるレンズ強度を更に細かく調整することができる。

図 9 は、第 1 多軸電子レンズ 16 の他の例を示す。レンズ部 202 は、レンズ領域 206 の外周に、ダミー開口部 205 を多重に有してもよい。この場合において、レンズ開口部 204 及びダミー開口部 205 は、各レンズ開口部 204 及び各ダミー開口部 205 が格子点を形成するように格子状に設けられてよく、また、ダミー開口部 205 は、レンズ領域 206 の外周に円状に設けられてもよい。更にレンズ部 202 は、レンズ領域 206 の外周に、格子状に設けられた複数のダミー開口部 205、及び円状に設けられた複数のダミー開口部 205 を有してもよい。第 1 多軸電子レンズ 16 は、ダミー開口部 205 を多重に有することにより、各レンズ

開口部 204 におけるレンズ強度を更に細かく調整することができる。

図 10 は、第 1 多軸電子レンズ 16 の他の例を示す。レンズ部 202 は、レンズ領域 206 の外周に、異なる大きさを有する複数のダミー開口部 205 を有してもよい。例えば、レンズ開口部 204 に形成される磁界強度が、レンズ部磁性導体部 210 の中心部より外周部の方が強い場合には、レンズ部磁性導体部 210 に設けられた所定のレンズ開口部 204 は、当該所定のレンズ開口部 204 より内側に設けられた他のレンズ開口部 204 より大きく設けられることが好ましい。また、レンズ開口部 204 の大きさは、レンズ部磁性導体部 210 における複数のレンズ開口部 204 が設けられる領域であるレンズ領域 206 の中心軸に対して略対称であることが好ましい。

また、レンズ部 202 は、レンズ領域 206 の外周に異なる大きさを有するダミー開口部 205 を多重に有してもよい。この場合においてレンズ開口部 204 及びダミー開口部 205 は、各レンズ開口部 204 及び各ダミー開口部 205 が格子点を形成するように格子状に設けられてよく、また、ダミー開口部 205 は、レンズ領域 206 の外周に円状に設けられてもよい。第 1 多軸電子レンズ 16 は、異なる大きさを有するダミー開口部 205 を多重に有することにより、各レンズ開口部 204 におけるレンズ強度を更に細かく調整することができる。

図 11 は、第 1 多軸電子レンズ 16 の他の例を示す。レンズ部 202 は、レンズ開口部 204 とダミー開口部 205 との間隔が、レンズ領域 206 において隣接するレンズ開口部 204 間の間隔と異なるように設けられたダミー開口部 205 を有してもよい。また、レンズ部 202 は、異なる間隔で多重に設けられたダミー開口部 205 を更に有してもよい。第 1 多軸電子レンズ 16 は、レンズ開口部 204 との間隔が調整されたダミー開口部 205 を有することにより、レンズ開口部 204 におけるレンズ強度を更に細かく調整することができる。

図 12 は、第 1 多軸電子レンズ 16 の断面図を示す。第 2 多軸電子レンズ 24、第 3 多軸電子レンズ 34、第 4 多軸電子レンズ 36 及び第 5 多軸電子レンズ 62 も、第 1 多軸電子レンズ 16 と同様の構成を有してよく、以下において、多軸電子レ

レンズの構成に関して、代表して第1多軸電子レンズ16の構成に基づいて説明する。

図12(a)に示すように、第1多軸電子レンズ16は、磁界を発生させるコイル214、コイル214の周囲に設けられたコイル部磁性導体部212、及びコイル214とコイル部磁性導体部212との間に設けられコイル214を冷却する冷却部215を有する。また、レンズ部202は、複数のレンズ部磁性導体部210、及びレンズ部磁性導体部210に設けられた複数の開口部を有する。複数のレンズ部磁性導体部210に含まれる複数の当該開口部が、電子ビームを通過させるレンズ開口部204を形成する。

本実施例においてレンズ部202は、複数の開口部が設けられた第1レンズ部磁性導体部210aと、複数の開口部が設けられた第2レンズ部磁性導体部210bとを有する。第1レンズ部磁性導体部210a及び第2レンズ部磁性導体部210bは、非磁性導体部208を挟んで、略平行に配置されることが好ましい。そして、第1レンズ部磁性導体部210a及び第2レンズ部磁性導体部210bに設けられた複数の開口部により形成されたレンズ開口部204において、電子ビームの焦点及び／又は回転を調整する磁界が形成される。そして、レンズ開口部204に入射した電子ビームは、複数のレンズ部磁性導体部210間において発生する磁界の影響を受けて、互いにクロスオーバを形成することなくそれぞれ独立に焦点等が調整される。

また、コイル部磁性導体部212と、レンズ部磁性導体部210とは異なる透磁率を有する磁性導体材料により形成されてもよい。望ましくは、コイル部磁性導体部212を形成する材料は、レンズ部磁性導体部210を形成する材料より高い透磁率を有する。例えば、コイル部磁性導体部212は純鉄により形成され、レンズ部磁性導体部210はパーマロイにより形成される。コイル部磁性導体部212及びレンズ部磁性導体部210を透磁率の異なる材料により形成することにより、複数のレンズ開口部204に形成される磁界強度を均一にすることができる。ひいては、ウェハ44に照射される各電子ビームの焦点等を均一にすることができる。

図 1 2 (b) に示すように、レンズ部 2 0 2 は、レンズ部磁性導体部 2 1 0 におけるレンズ開口部 2 0 4 が設けられた以外の領域において、複数のレンズ部磁性導体部 2 1 0 の間に非磁性導体部 2 0 8 を有することが好ましい。非磁性導体部 2 0 8 は、レンズ部磁性導体部 2 1 0 におけるレンズ開口部 2 0 4 が設けられた以外の領域において、複数のレンズ部磁性導体部 2 1 0 の間を充填するように設けられてもよい。このとき、非磁性導体部 2 0 8 は、貫通部を有し、当該貫通部とレンズ部磁性導体部 2 1 0 が有する開口部とがレンズ開口部 2 0 4 を形成する。

レンズ部 2 0 2 が、非磁性導体部 2 0 8 を有することにより、各レンズ開口部 2 0 4 を通過する複数の電子ビーム間に働くクーロン力を遮蔽することができる。また、レンズ部 2 0 2 が、非磁性導体部 2 0 8 を有することにより、第 1 レンズ部磁性導体 2 1 0 a と第 2 レンズ部磁性導体部 2 1 0 b との間隔を均一にすることができる。ひいては、各レンズ開口部 2 0 4 に形成される磁界強度を均一にすることができる。ひいては、ウェハ 4 4 に照射される各電子ビームの焦点等を均一にすることができる。更に、非磁性導体部 2 0 8 は、レンズ部 2 0 2 を形成するとき、第 1 レンズ部磁性導体部 2 1 0 a 及び第 2 レンズ部磁性導体部 2 1 0 b のスペーサとしての機能も有する。

図 1 3 は、多軸電子レンズの他の例を示す。多軸電子レンズは複数の多軸電子レンズが一体に形成されてもよい。本実施例において多軸電子レンズは、第 1 レンズ部磁性導体部 2 1 0 a 及び第 2 レンズ部磁性導体部 2 1 0 b と略平行に配置された第 3 レンズ部磁性導体部 2 1 0 c を更に有する。また、コイル部 2 0 0 は、複数のコイル 2 0 0 を有する。

各々の磁性導体部に設けられた開口部が、レンズ開口部 2 0 4 を形成する。そして、第 1 レンズ部磁性導体部 2 1 0 a と第 2 レンズ部磁性導体部 2 1 0 b との間、及び第 1 レンズ部磁性導体部 2 1 0 a と第 3 レンズ部磁性導体部 2 1 0 c との間にそれぞれ磁界を形成する。また、各磁性導体部 2 1 0 を異なる間隔で配置することにより、各磁性導体部 2 1 0 間において異なるレンズ強度を持たせることができる。本実施例における多軸電子レンズは、複数の多軸電子レンズを一体に設けること

により、複数のレンズ機能を持つ多軸電子レンズをコンパクトに形成することができる。ひいては電子ビーム露光装置100を小型化することができる。

図14は、レンズ部202の他の例を示す。図14(a)に示すように、レンズ部磁性導体部210のうち少なくとも1つのレンズ部磁性導体部210が、レンズ部磁性導体部210に含まれる開口部の外周に切欠部216を有してもよい。このとき、切欠部216は、第1レンズ部磁性導体部210aと、第2レンズ部磁性導体部210bとの対向する面に、それぞれ設けられることが好ましい。

また、レンズ部磁性導体部210は、大きさの異なる切欠部216を有することが好ましい。このとき、切欠部216は、レンズ部磁性導体部210の深さ方向に異なる大きさを有してよく、また、レンズ部磁性導体部210における開口が異なる大きさであってもよい。

例えば、レンズ開口部204に形成される磁界強度が、レンズ部磁性導体部210の中心部より外周部の方が強い場合には、レンズ部磁性導体部210に設けられた所定の切欠部216は、当該所定の切欠部216より内側に設けられた他の切欠部216より大きく設けられることが好ましい。また、切欠部216の大きさは、レンズ部磁性導体部210における複数のレンズ開口部204が設けられる領域であるレンズ領域206の中心軸に対して略対称であることが好ましい。

レンズ部磁性導体部210は、切欠部216を有することにより、レンズ開口部204に形成される磁界強度を調整することができる。また、図14(b)に示すように、レンズ部磁性導体部202は、レンズ部磁性導体部210の表面における所定の開口部と当該所定の開口部に隣接する他の開口部との間に、表面より突出し、磁性及び導電性を有する突出部218を有してもよい。突出部218を有することにより、切欠部216と同様の効果を得ることができる。

図15は、レンズ部202の他の例を示す。図15(a)に示すように、レンズ部202は、第1レンズ部磁性導体部210aに設けられた開口部の周囲に電子ビームの照射方向に略平行な方向に突出するように設けられた複数の第1副磁性導体部240aと、第2レンズ部磁性導体部210bに設けられた開口部の周囲に電子

ビームの照射方向に略平行な方向に突出するように設けられた複数の第2副磁性導体部240bとを有する。

第1副磁性導体部240a及び第2副磁性導体部240bは、電子ビームの照射方向に略垂直な断面において円筒形状であることが好ましい。本実施例においては、  
5 第1レンズ部磁性導体部210aに設けられた開口部の内側に第1副磁性導体部240aが設けられ、また、第2レンズ部磁性導体部210bに設けられた開口部の内側に第2副磁性導体部240bが設けられる。そして、第1副磁性導体部240の内側に形成された開口部及び第2副磁性導体部240bの内側に形成された開口部が、電子ビームを通過させるレンズ開口部204を形成する。

10 レンズ開口部204において、第1副磁性導体部240a及び第2副磁性導体部240bにより磁界が形成される。レンズ開口部204に入射した電子ビームは、第1副磁性導体部240aと第2副磁性導体部240bとの間において発生する磁界の影響を受けて、それぞれ独立に集束される。

所定の第1副磁性導体部240aと、当該所定の第1副磁性導体部240aと対向する第2副磁性導体部240bとの間隔は、他の第1副磁性導体部240aと、  
15 当該他の第1副磁性導体部240aと対向する第2副磁性導体部240bとの間隔と異なってもよい。図15(b)に示すように、レンズ部202は、間隔が異なる第1副磁性導体部240aと第2副磁性導体部240bとを有することにより、各レンズ開口部204に形成される磁界220の強度を調整することができる。即ち  
20 、各レンズ開口部204に形成される磁界200の強度を均一にすることができる。また、各レンズ開口部204に形成されるレンズ軸を、電子ビームの照射方向に略平行な方向に向けることができる。さらに、各レンズ開口部204を通過する複数の電子ビームを略等しい面で集束させることができる。

例えば、レンズ開口部204に形成される磁界強度が、レンズ部磁性導体部210の中心部より外周部の方が強い場合には、所定の第1副磁性導体部240aと、  
25 当該所定の第1副磁性導体部240aと対向する第2副磁性導体部240bとの間隔は、当該所定の第1副磁性導体部240aよりコイル部200から遠い位置に設

けられた他の第1副磁性導体部240aと、当該他の第1副磁性導体部240aと  
対向する第2副磁性導体部240bとの間隔より大きいことが好ましい。さらに、  
第1副磁性導体部240aのそれぞれと、第2副磁性導体部240bのそれぞれと  
の間隔は、第2主磁性導体部210bにおける複数の第2開口部204bが設けら  
5 れた領域の中心軸に対して略対称であることが好ましい。

図16は、レンズ部202の他の例を示す。図16(a)に示すように、レンズ  
部202は、第1副磁性導体部240aと、当該第1副磁性導体部240aと略同  
一軸上に設けられた第2副磁性導体部240bとの周囲に設けられた非磁性導体部  
である固定部242を有してもよい。固定部242を第1副磁性導体部240a及  
10 び第2副磁性導体部240bの周囲に設けることにより、第1副磁性導体部240  
aの開口部と、第2副磁性導体部240bの開口部との同軸度を精度よく制御する  
ことができる。

また、固定部242は、第1副磁性導体部240aと第2副磁性導体部240b  
とに挟まれるように設けられることが望ましい。固定部242を第1副磁性導体部  
15 240aと第2副磁性導体部240bとに挟まれるように設けることにより、第1  
副磁性導体部240aと第2副磁性導体部240bとの間隔を精度よく制御するこ  
とができる。また、固定部242は、第1主磁性導体部210aと第2主磁性導体  
部210bとに挟まれるように設けられてもよい。固定部242を第1主磁性導体  
部210aと第2主磁性導体部210bとに挟まれるように設けることにより、固  
20 定部242は、第1主磁性導体部210aと第2主磁性導体部210bとのスペー  
サとしての機能を有する。

図16(b)に示すように、レンズ部202は、第1レンズ部磁性導体部210  
a及び第2レンズ部磁性導体部210bのいずれか一方に副磁性導体部240を有  
してもよい。このとき、第2レンズ部磁性導体部210bに設けられた開口部及び  
25 第1副磁性導体部240aの開口部が、電子ビームを通過させるレンズ開口部20  
4を形成する。また、第2レンズ部磁性導体部210bに設けられた開口部と第1  
副磁性導体部240aの開口部とは、略等しい大きさであることが好ましい。

また、レンズ部202は、第2レンズ部磁性導体部210bとの間隔が異なる複数の第1副磁性導体部240aを有してもよい。第1レンズ部磁性導体部210aとの間隔が異なる複数の第1副磁性導体部240aが、第1レンズ部磁性導体部210aに設けられることにより、各レンズ開口部204に形成される磁界の強度を調整することができる。即ち、各レンズ開口部204に形成される磁界の強度を均一にすることができる。また、各レンズ開口部204に形成される磁界を、レンズ開口部204の中心軸に対して略対称に分布させることができる。さらに、各レンズ開口部204を通過する複数の電子ビームを略等しい面で集束させることができる。

例えば、レンズ開口部204に形成される磁界強度が、レンズ部磁性導体部210の中心部より外周部の方が強い場合には、所定の第1副磁性導体部240aと、第2レンズ部磁性導体部210bとの間隔は、当該所定の第1副磁性導体部240aよりコイル部200から遠い位置に設けられた他の第1副磁性導体部240aと、第2主磁性導体部210bとの間隔より大きいことが好ましい。さらに、第1副磁性導体部240aのそれぞれと、第2レンズ部磁性導体部210bとの間隔は、第2レンズ部磁性導体部210bの開口部が設けられた領域の中心軸に対して略対称であることが好ましい。

図16(c)に示すように、第1副磁性導体部240aは、第1レンズ部磁性導体部210aにおける第2レンズ部磁性導体部210bと対向する面に設けられ、第2副磁性導体部240bは、第2レンズ部磁性導体部210bにおける第1レンズ部磁性導体部210aと対向する面に設けられてもよい。このとき、第1副磁性導体部240a及び第2副磁性導体部210bの開口部は、第1レンズ部磁性導体部210a及び第2レンズ部磁性導体部210bの開口部と略等しいことが好ましい。

図17は、多軸電子レンズのレンズ強度を調整するレンズ強度調整部の一例を示す。第1レンズ強度調整部17、第2レンズ強度調整部25、第3レンズ強度調整部35、及び第4レンズ強度調整部37は、それぞれ同様の構成及び機能を有して

よい。以下、代表して第1レンズ強度調整部17を例に用いて説明する。

図17(a)は、第1レンズ強度調整部17及び多軸電子レンズに含まれるレンズ部202の断面図を示す。第1レンズ強度調整部17は、多軸電子レンズに対して略平行に設けられた基材530と、基材530に設けられ、多軸電子レンズのレンズ強度を調整するレンズ強度調整器の一例である調整電極532とを備える。

第1レンズ強度調整部17は、調整電極532に所定の電圧を印加することにより所望の電界を発生させる。そして、発生した電界により、レンズ開口部204に入射される電子ビームは減速又は加速される。減速されてレンズ開口部204に入射された電子ビームは、減速されずに入射された場合と比較して、レンズ開口部204を通過する時間が長い。即ち、入射された電子ビームに対して、レンズ開口部204に形成された磁界が与えるレンズ強度を調整することができる。従って、減速されずに入射された場合もしくは他のレンズ開口部204に入射された電子ビームより、第1レンズ部磁性導体部210a及び第2レンズ部磁性導体部210bによりレンズ開口部204に形成される磁界の影響を長く受けるため、電子ビームの焦点位置及び電子ビームの露光像の回転を調整することができる。各レンズ開口部204に対して調整電極532を設けることにより、レンズ開口部204を通過する各電子ビームに対して独立に焦点位置や露光像の回転等を調整することができる。

調整電極532は、基材530からレンズ開口部204に渡って、レンズ部磁性導体部210と絶縁されるように設けられるのが望ましい。本実施例において調整電極532は、円筒型の電極であって、レンズ開口部204を通過する電子ビームに対して周設される。また、本実施例において基材530は、多軸電子レンズと電子ビームを発生する電子ビーム発生部10との間に、第2レンズ部磁性導体部210bに対向するように設けられる。また、調整電極532は、電子ビームの照射方向に、調整電極532の内径より長く設けられる。更に調整電極532は、第2レンズ部磁性導体部210bと異なる他のレンズ部磁性導体部である第1レンズ部磁性導体部210aより電子ビームの照射方向に対して突出するように設けられる。

他の例において、基材 530 は、多軸電子レンズとウェハ 44 との間であって第 1 レンズ部磁性導体部 210a に対向するように設けられてもよい。

図 17 (b) は、第 1 レンズ強度調整部 17 の調整電極 532 が設けられた面の上面図を示す。第 1 レンズ強度調整部 17 は、各調整電極 532 に対して所望の電圧を印加する調整電極制御部 536 を更に有する。調整電極 532 は、基材 530 に設けられた配線 538 を介して調整電極制御部 536 と電氣的に接続されるのが望ましい。また、第 1 レンズ強度調整部 17 は、複数の調整電極制御部 536 を有し、各調整電極 532 に印加する電圧を個別にするのが更に好ましい。また、各調整電極 532 は、複数の電極を有する構造であってよく、例えば、図 8 (a) に示すように、対向する 8 極の電極を有してもよい。当該複数の電極は、電子ビームの照射方向に対して実質的に垂直な方向に電界を形成するように設けられればよい。このとき、第 1 レンズ強度調整部 17 は、当該 8 極の電極に異なる電圧を印加する手段を更に有することが好ましい。調整電極 532 に含まれる各電極に異なる電圧を印加することにより、更に電子ビームの非点補正や偏向を行うことができる。また、電子ビームの偏向位置や断面サイズに起因する焦点ずれを補正することができる。

図 18 は、多軸電子レンズのレンズ強度を調整するレンズ強度調整部の他の例を示す。図 18 (a) は、第 1 レンズ強度調整部 17 及び多軸電子レンズに含まれるレンズ部 202 の断面図を示す。第 1 レンズ強度調整部 17 は、多軸電子レンズに対して略平行に設けられた基材 540 と、基材 540 に設けられ、多軸電子レンズのレンズ強度を調整するレンズ強度調整器の一例である調整コイル 542 とを備える。第 1 レンズ強度調整部 17 は、調整電極 532 に所定の電流を供給することにより所望の磁界を発生させ、レンズ開口部 204 において第 1 レンズ部磁性導体部 210a 及び第 2 レンズ磁性導体部 210b が形成する磁界強度を調整することができる。即ち、レンズ開口部 204 に形成された磁界が、当該レンズ開口部を通過する電子ビームに対して与える力であるレンズ強度を調整することができる。そして、レンズ開口部 204 に入射された電子ビームは、第 1 レンズ部磁性導体部 21

0 a 及び第2 レンズ磁性導体部 2 1 0 b が形成する磁界と、調整コイル 5 4 2 が形成する磁界との影響を受けるため、電子ビームの焦点位置及び電子ビームの露光像の回転を調整することができる。更に、各レンズ開口部 2 0 4 に対して調整コイル 5 3 2 を設けることにより、レンズ開口部 2 0 4 を通過する各電子ビームに対して  
5 独立に焦点、及び／又は像の回転等を調整することができる。

調整コイル 5 4 2 は、基材 5 3 0 からレンズ開口部 2 0 4 に渡って、レンズ部磁性導体部 2 1 0 と絶縁されるように設けられるのが望ましい。本実施例において調整コイル 5 4 2 は、ソレノイドコイルであって、レンズ開口部 2 0 4 を通過する電子ビームに対して周設される。また、本実施例において基材 5 4 0 は、多軸電子レ  
10 ンズと電子ビームを発生する電子ビーム発生部 1 0 との間に、第2 レンズ部磁性導体部 2 1 0 b に対向するように設けられ、第2 レンズ部磁性導体部 2 1 0 b と異なる他のレンズ部磁性導体部である第1 レンズ部磁性導体部 2 1 0 a より電子ビームの照射方向に対して突出するように設けられる。他の例において調整コイル 5 3 2  
15 は、レンズ開口部 2 0 4 の外部においてレンズ開口部 2 0 4 に形成される磁界に影響を与えるように電子ビームの光軸に対して周設されてもよい。また、第1 レンズ強度調整部 1 7 は、調整コイル 5 4 2 の近傍もしくは調整コイル 5 4 2 に接するよう  
に設けられ、調整コイル 5 4 2 において発生した熱を誘導する放熱部材を更に有してもよい。放熱部材は、例えば筒状の非磁性導体部材であってよく、調整コイル  
5 4 2 の周囲に設けられる。

20 図 1 8 (b) は、第1 レンズ強度調整部 1 7 の調整コイル 5 4 2 が設けられた面の上面図を示す。第1 レンズ強度調整部 1 7 は、各調整コイル 5 4 2 に対して所望の電流を供給する調整コイル制御部 5 4 6 を更に有する。調整コイル 5 4 2 は、基材 5 4 0 に設けられた配線 5 4 8 を介して調整コイル制御部 5 4 6 と電氣的に接続  
25 されるのが望ましい。また、第1 レンズ強度調整部 1 7 は、複数の調整コイル制御部 5 4 6 を有し、各調整コイル 5 4 2 に供給する電圧を個別にするのが更に好ましい。

図 1 9 は、第1 成形偏向部 1 8 及び遮蔽部 6 0 0 の構成を示す。図 1 9 (a) は

、第1成形偏向部18及び遮蔽部600の断面図である。図19(b)は、第1成形偏向部18及び遮蔽部600の上面図である。以下、第1成形偏向部18を用いて説明するが、第2成形偏向部20及びブランキング電極アレイ26も、第1成形偏向部18と同様の構成を有してよい。

- 5      第1成形偏向部18は、電子ビームの照射方向に略垂直に設けられた基材186と、基材186に設けられた開口部194と、開口部194のそれぞれに電子ビームの照射方向に沿って設けられた偏向器190とを有する。また、遮蔽部600は、電子ビームの照射方向に略垂直に設けられた第1遮蔽基板602と、第1遮蔽基板602に電子ビームの照射方向に沿って設けられた第1遮蔽電極604と、  
10      186を挟んで第1遮蔽基板602と対向する位置に、電子ビームの照射方向と略垂直に設けられた第2遮蔽基板608と、第2遮蔽基板608に電子ビームの照射方向に沿って設けられた第2遮蔽電極610とを有する。

- 第1遮蔽電極604は、複数の偏向器190の間に、電子ビームの照射方向に沿って、偏向器190の一端より電子ビーム発生部10(図1参照)に近い位置から  
15      、偏向器190の一端よりウェハ44(図1参照)に近い位置まで設けられることが好ましい。また、第1遮蔽電極604は、接地されることが好ましい。第2遮蔽電極610は、基材186を挟んで第1遮蔽電極と対向する位置に、電子ビームの照射方向に沿って設けられることが好ましい。また、第2遮蔽電極610は、接地されることが好ましい。また、図19(b)に示すように、第1遮蔽電極604及び  
20      第2遮蔽電極610は、複数の偏向器190のそれぞれの間に格子状に設けられることが好ましい。

- 図20は、第1遮蔽電極604及び第2遮蔽電極610の構成を示す。第1遮蔽電極604及び第2遮蔽電極610は、電子ビームの照射方向と略垂直な方向に複数の開口部を有することが好ましい。また、図20に示すように、第1遮蔽電極604及び第2遮蔽電極610は、網目状であることがさらに好ましい。筐体8内部  
25      に設けられた第1遮蔽電極604及び第2遮蔽電極610に開口部を設けることにより、排気孔708から筐体8を真空排気する場合において、排気のコンダクタン

スを下げることなく、複数の偏向器によって生成される電界による電子ビームへの干渉を防ぎ、電子ビームを精度よく照射させることができる。

図 2 1 は、第 1 成形偏向部 1 8 及び遮蔽部 6 0 0 の構成の他の例を示す。図 2 1 (a) は、第 1 成形偏向部 1 8 及び遮蔽部 6 0 0 の断面図を示す。図 2 1 (b) は、第 1 成形偏向部 1 8 及び遮蔽部 6 0 0 をウェハ 4 4 の方向から見た図を示す。

図 2 1 (a) 及び (b) に示すように、第 1 遮蔽電極 6 0 6 は、複数の偏向器 1 9 0 のそれぞれの周囲に円筒形状に設けられてもよい。また、遮蔽電極は、所定の第 1 成形偏向部 1 8 によって生成された電界が、当該所定の第 1 成形偏向部 1 8 の開口部 1 9 4 を通過する電子ビーム以外の電子ビームに影響を及ぼさないように、所定の第 1 成形偏向部 1 8 と他の第 1 成形偏向部 1 8 とにより生成される電界を遮蔽する形状であればよい。

図 2 2 は、第 1 成形偏向部 1 8 の構成の他の例を示す。図 2 2 (a) に示すように、本例による第 1 成形偏向部 1 8 は、電子ビームの照射方向に略垂直に設けられた基材 1 8 6、基材 1 8 6 に設けられた開口部 1 9 4 と、開口部 1 9 4 のそれぞれに電子ビームの照射方向に沿って設けられた偏向器 1 9 0 と、複数の開口部 1 9 4 のそれぞれの間に設けられた第 1 遮蔽電極 6 0 4 と、基材 1 8 6 を挟んで第 1 遮蔽電極 6 0 4 と対向する位置に、基材 1 8 6 と略垂直な方向に沿って設けられた第 2 遮蔽電極 6 1 0 とを有する。

偏向器 1 9 0 は、基材 1 8 6 から、基材 1 8 6 と略垂直な方向である第 1 の方向に沿って設けられており、第 1 遮蔽電極 6 0 4 は、基材 1 8 6 から、当該第 1 の方向に沿って偏向器 1 9 0 より長く設けられることが好ましい。第 1 遮蔽電極 6 0 4 及び第 2 遮蔽電極 6 1 0 は、複数の開口部 1 9 4 のそれぞれの間に格子状に設けられてもよい。また、第 1 遮蔽電極 6 0 4 及び第 2 遮蔽電極 6 1 0 は、複数の開口部 1 9 4 のそれぞれの周囲に設けられてもよい。

さらに、第 1 遮蔽電極 6 0 4 及び第 2 遮蔽電極 6 1 0 は、基材 1 8 6 と略垂直な方向に複数の開口部を有してもよい。また、第 1 遮蔽電極 6 0 4 及び第 2 遮蔽電極 6 1 0 は、網目状であることがさらに好ましい。また、第 1 遮蔽電極 6 0 4 及び第

2 遮蔽電極 610 は、基材 186 の上面及び下面のそれぞれに、複数の開口部のそれぞれの間に設けられていればよい。

図 23 は、偏向部 60、第 5 多軸電子レンズ 62、及び遮蔽部 900 の構成の一例を示す。図 23 (a) に示すように、偏向部 60 は、基材 186 と、第 5 多軸電子レンズ 62 のレンズ開口部の内部に設けられた複数の偏向器 190 とを有する。また、第 5 多軸電子レンズ 62 は、複数の電子ビームが通過する複数の第 1 開口部を含む第 1 レンズ部磁性導体部 210 a と、第 1 レンズ部磁性導体部 210 a と略平行に設けられ、第 1 開口部のそれぞれを通過した複数の電子ビームのそれぞれが通過する複数の第 2 開口部を含む第 2 レンズ部磁性導体部 210 b とを有する。

また、遮蔽部 900 は、第 1 レンズ部磁性導体部 210 a から電子ビーム発生部 10 の方向に設けられた第 1 遮蔽電極 902 と、第 1 レンズ部磁性導体部 210 a と略平行に設けられ、第 1 遮蔽電極を保持する第 1 遮蔽基板 904 と、第 2 レンズ部磁性導体部 210 b からウェハ 44 の方向に設けられた第 2 遮蔽電極 910 と、第 2 レンズ部磁性導体部 210 b と略平行に設けられ、第 2 遮蔽電極 910 を保持する第 2 遮蔽基板 908 と、第 1 レンズ部磁性導体部 210 a と第 2 レンズ部磁性導体部 210 b との間に設けられた第 3 遮蔽電極 906 とを有する。

第 1 遮蔽電極 902、第 2 遮蔽電極 910、及び第 3 遮蔽電極 906 は、複数のレンズ開口部のそれぞれの間に格子状に設けられてもよい。また、第 1 遮蔽電極 902、第 2 遮蔽電極 910、及び第 3 遮蔽電極 906 は、複数のレンズ開口部のそれぞれの周囲に設けられてもよい。さらに、第 1 遮蔽電極 902、第 2 遮蔽電極 910、及び第 3 遮蔽電極 906 は、基材 186 と略垂直な方向に複数の開口部を有してもよい。また、第 1 遮蔽電極 902、第 2 遮蔽電極 910、及び第 3 遮蔽電極 906 は、網目状であることがさらに好ましい。

また、遮蔽部 900 は、第 1 遮蔽基板 904 を有さず、第 1 遮蔽電極 902 は基材 186 に保持されてもよい。また、遮蔽部 900 は、第 2 遮蔽基板 908 を有さず、第 2 遮蔽電極 910 は第 2 レンズ部磁性導体部 210 b に保持されてもよい。また、図 23 (b) に示すように、偏向器 190 が第 2 レンズ部磁性導体部 210

bよりウェハ44の方向に突出しない場合に、遮蔽部900は、第2遮蔽電極910を有しなくてもよい。

図24は、遮蔽部(600、900)により遮蔽された電界を示す。ここでは遮蔽部(600、900)により遮蔽される電界の一例として、第1成形偏向部185において複数の偏向器190により形成される電界を示す。電極間に遮蔽部(600、900)を設けることにより、所定の偏向器によって生成された電界が、当該所定の偏向器を通過する電子ビーム以外の電子ビームに及ぼす影響を大幅に低減することができる。

具体的な例として、開口部194aを通過する電子ビームを偏向すべく偏向器190aが有する偏向電極に負の電圧を印加し、また開口部194cを通過する電子ビームを偏向すべく偏向器190cが有する偏向電極に正の電圧を印加し、さらに開口部194bを通過する電子ビームを直進させるべく偏向器190bが有する偏向電極には電圧を印加しないような場合である。このとき、図24に示すように、第1遮蔽電極604及び第2遮蔽電極610は、偏向器190a及び偏向器190cによって生成される電界を遮蔽して、偏向器190a及び偏向器190cが偏向器190bを通過する電子ビームへの影響を大幅に低減させることができ、複数の電子ビームを精度よくウェハに照射させることができる。

図25は、第1成形部材14及び第2成形部材22の一例を示す。第1成形部材14は、電子ビーム発生部10が発生した各々の電子ビームが照射される複数の成形部材照射領域560を有する。第1成形部材14は、それぞれの成形部材照射領域560において、照射された各々の電子ビームを成形する第1成形開口部を有する。当該第1成形開口部は、矩形形状を有することが好ましい。

同様に、第2成形部材22は、第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20が、第1成形部材14において成形されたそれぞれの電子ビームを偏向し、第2成形部材22に照射する領域である複数の成形部材照射領域560を有する。第2成形開口部材22は、成形部材照射領域560において、照射された各々の電子ビームを成形する第2成形開口部を有する。第2成形開口部は、矩形形状を有することが好

ましい。

図 2 6 は、第 2 成形部材 2 2 における成形部材照射領域 5 6 0 の他の例を示す。

図 2 6 (a) に示すように、成形部材照射領域 5 6 0 は、図 2 5 において説明した第 2 成形開口部 5 6 2、及び第 2 成形開口部 5 6 2 と異なる形状を有するパターン開口部が設けられる領域である複数のパターン開口部領域 5 6 4 を有する。パターン開口部領域 5 6 4 の大きさは、第 1 成形部材 1 4 において成形される電子ビームの最大の大きさと実質的に同じ、又は当該最大の大きさより小さいことが好ましい。また、パターン開口部領域 5 6 4 の形状は、第 1 成形部材 1 4 において成形された電子ビームの断面形状と同じ形状、又は相似形であることが好ましい。

図 2 6 (b) ~ (e) は、パターン開口部 5 6 6 の一例を示す。図 2 6 (b) 及び図 2 6 (c) に示すように、パターン開口部 5 6 6 は、例えばウェハに設けられるトランジスタと配線とを電気的に接続するためのコンタクトホールや、配線同士を電気的に接続するためのスルーホールなどの一定の間隔や一定の周期で設けられた穴形状を露光するための開口部であるのが好ましい。また、図 2 6 (d) 及び図 2 6 (e) に示すように、パターン開口部 5 6 6 は、例えばトランジスタのゲート電極や配線などの一定の間隔や一定の周期で設けられたライン・アンド・スペースのパターンを露光するための開口部であってもよい。

第 1 成形部材 1 4 において成形されたそれぞれの電子ビームが、対応するそれぞれの成形部材照射領域 5 6 0 が有するパターン開口部領域 5 6 4 の全面に照射されることにより、当該電子ビームが照射されたパターン開口部領域 5 6 4 に含まれる複数のパターン開口部 5 6 6 を通過したそれぞれの電子ビームが形成するパターンを一括してウェハ 4 4 の所望の領域に照射することができる。

図 2 7 は、図 1 において説明した制御系 1 4 0 の構成の一例を示す。制御系 1 4 0 は、統括制御部 1 3 0、個別制御部 1 2 0、多軸電子レンズ制御部 8 2、及びウェハステージ制御部 9 6 を備える。統括制御部 1 3 0 は、制御系 1 4 0 を統括制御する中央処理部 2 2 0 と、ウェハ 4 4 に対して露光すべき露光パターンを格納する露光パターン格納部 2 2 4 と、露光パターン格納部 2 2 4 に格納された露光パター

ンに基づいて、各電子ビームが露光すべき領域における露光パターンである露光データ  
データを生成する露光パターン生成部 222 と、露光データを記憶する記憶部である  
露光データ記憶部 226 と、露光データを他の制御部に対して共有させる露光データ共有部 228 と、露光データ及びウェハステージ 46 の位置情報を算出する位置  
5 情報算出部 230 とを有する。

個別制御部 120 は、電子ビーム発生部 10 を制御する電子ビーム制御部 80 と、  
成形偏向部 (18、20) を制御する成形偏向制御部 84 と、レンズ強度調整部  
(17、25、35、37) を制御するレンズ強度制御部 88 と、ブランキング電  
極アレイ 26 を制御するブランキング電極アレイ制御部 86 と、偏向部 60 を制御  
10 する偏向制御部 98 とを有する。また、多軸電子レンズ制御部 82 は、中央処理部  
220 からの指示に基づいて、多軸電子レンズ (16、24、34、36、62)  
に設けられたコイルに供給する電流を制御する。

次に、本実施例における制御系 140 の動作について説明する。露光パターン格  
納部 224 に格納された露光パターンに基づいて、露光パターンデータ生成部 22  
15 2 は、露光データを生成し、露光データ記憶部 226 に格納する。露光データ共有  
部 228 は、露光データ記憶部 226 に格納された露光データを読み出し、記憶し  
、位置情報算出部 230 及び電子ビーム毎制御部 122 に供給する。露光データ記  
憶部 226 は、露光データを一時的に記憶するバッファ記憶部であるのが好ましく  
、露光データ共有部が有する露光データが対応する露光領域の、次に露光すべき露  
20 光領域に対応する露光データを格納するのが好ましい。そして、電子ビーム毎制御  
部 122 は、受け取った露光データに基づいて、各電子ビームを制御する。また、  
位置情報算出部 230 は、受け取った露光データに基づき、ウェハステージ 46 が  
移動すべき位置を調整する情報をウェハステージ制御部 96 に供給する。そして、  
ウェハステージ制御部 96 は、当該情報及び中央処理部 220 からの指示に基づき  
25 、ウェハステージ 46 を所定の位置に移動させるべくウェハステージ駆動部 48 を  
制御する。

図 28 は、個別制御系 120 に含まれる各構成の詳細を示す。ブランキング電極

アレイ制御部 126 は、基準クロックを発生し、受け取った露光データに基づいて、当該電子ビームに対応する偏向電極 168 に電圧を印加するか否かを、当該クロックに応じて電極毎に制御する個別ブランキング電極制御部 126 と、個別ブランキング電極制御部 126 から出力された信号を増幅してブランキング電極アレイ 256 に供給する増幅部 146 とを有する。

成形偏向制御部 84 は、受け取った露光データに基づいて、成形偏向部（18、20）が有する各偏向電極に対して印加する電圧を示す電圧データをそれぞれ出力する複数の個別成形偏向制御部 124 と、個別成形偏向制御部 124 から受け取ったデジタルデータである当該電圧データをアナログデータに変換し、出力するデジタル・アナログ変換器（DAC）134 と、DAC134 から受け取ったアナログデータを増幅して成形偏向部（18、20）に供給する増幅部 144 とを有する。

レンズ強度制御部 88 は、各レンズ強度調整部（17、25、35、37）に印加する電圧及び／又は供給する電流を制御するデータを出力する個別レンズ強度制御部 125 と、個別レンズ強度制御部 125 から受け取った当該データをアナログデータに変換して出力するDAC135 と、DAC135 から受け取ったアナログデータを増幅してレンズ強度調整部（17、25、35、37）に供給する増幅部 145 とを有する。

レンズ強度調整部 88 は、中央処理部 220 からの指示に基づいて、各多軸電子レンズにおけるレンズ開口部 204 のレンズ強度が、略均一になるように各レンズ強度調整部（17、25、35、37）に印加する電圧及び／又は供給する電流を制御する。本実施例においてレンズ強度調整部 88 は、露光処理中、各レンズ強度調整部（17、25、35、37）に一定の電圧及び／又は電流を供給する。この場合においてレンズ強度調整部 88 は、露光処理を行う前に取得した各電子ビームのウェハ 44 に対する焦点及び／又は回転を校正するデータに基づいて、各レンズ強度調整部（17、25、35、37）を制御する。即ち、レンズ強度制御部 88 は、露光処理中、露光データに基づかないで各レンズ強度調整部（17、25、3

5、37)を制御してよい。

偏向制御部98は、受け取った露光データに基づいて、偏向部60が有する偏向電極に対して印加する電圧を示す電圧データを出力する個別偏向制御部128と、個別偏向制御部128から受け取ったデジタルデータである当該電圧データをアナログデータに変換し、出力するDAC138と、DAC138から受け取ったアナログデータを増幅して偏向部38に供給するAMP148とを有する。偏向制御部98は、偏向部60が有するそれぞれの偏向電極に対して、個別偏向制御部128、DAC138、及びAMP148を有することが望ましい。

成形偏向制御部84、ブランキング電極アレイ制御部86、及び偏向処理部88の動作について説明する。まず、個別ブランキング電極制御部126が、露光データ及び基準クロックに基づいて、ブランキング電極アレイ26が有する各偏向電極168に対して電圧を印加するタイミングを定める。本実施例において個別ブランキング電極制御部126は、複数の電子ビームを異なるタイミングでウェハ44に照射するか否かを制御する。即ち、各電子ビームに対してそれぞれ独立して電子ビームをウェハ44に対して照射するタイミングを発生し、ブランキング電極アレイ26を通過する各電子ビームを、それぞれ当該タイミングに応じてウェハ44に照射するか否かを制御する。また、個別ブランキング電極制御部126は、受け取った露光データ及び基準クロックに基づいて、各電子ビームをウェハ44に対して照射する時間を定めるのが好ましい。

個別成形偏向制御部124は、個別ブランキング電極制御部126が発生したタイミングに応じて、受け取った露光データに基づき電子ビームの断面形状を成形すべく成形偏向制御部(18、20)が有する偏向電極に対して印加する電圧を示す電圧データを出力する。また、個別偏向制御部128は、個別ブランキング電極制御部126が発生したタイミングに応じて、受け取った露光データに基づき、ウェハ44に対して電子ビームが照射されるべき位置に、当該電子ビームを制御すべく、偏向部60が有する偏向電極に対して印加する電圧を示す電圧データを出力する。

。

図29は、反射電子検出装置50の構成を一例を示す。反射電子検出装置50は、複数の電子ビームが通過する複数の開口部704が設けられた基板702と、ウェハ44又はウェハステージ46に設けられたマーク部（図示せず）から放射された電子を検出して、検出された電子量に基づく検出信号を出力する電子検出部700とを備える。本実施例における電子検出部700は、基板702に設けられた複数の開口部704の間に設けられる。つまり、電子検出部700は、隣接する2つの開口部704をそれぞれ通過する2つの電子ビームの間に設けられる。

また、電子検出部700と、当該電子検出部に隣接する2つの開口部704を通過する2つの電子ビームの光軸とは、実質的に同一直線上に設けられることが好ましい。さらに、電子ビーム発生部10は、3つ以上の電子ビームを略等しい間隔を隔てて発生し、電子検出部700は、3つ以上の開口部704をそれぞれ通過する3つ以上の電子ビームのそれぞれの間に設けられることが望ましい。また、開口部704は、格子状に設けられることが好ましく、電子検出部700は、格子状に設けられた開口部704のそれぞれの間に設けられることが望ましい。また、電子検出部700は、最外周に設けられた開口部704の外周にさらに設けられてもよい。

図30は、反射電子検出装置50の構成の他の例を示す。反射電子検出装置50は、複数の電子ビームが通過する複数の開口部704が設けられた基板702と、ウェハ44又はウェハステージ46に設けられたターゲットマークから放射された電子を検出して、検出された電子量に基づく検出信号を出力する電子検出部700とを備える。本実施例における電子検出部700は、基板702に設けられた複数の開口部704の間に複数設けられる。つまり、電子検出部700は、隣接する2つの開口部704をそれぞれ通過する2つの電子ビームの間に複数設けられており、2つの開口部704のそれぞれに対応して設けられる。また、電子検出部700は、基板702に設けられた複数の開口部704のそれぞれの周囲に設けられる。

複数の電子検出部700と、当該電子検出部に隣接する2つの開口部704を通過する2つの電子ビームの光軸とは、実質的に同一直線上に設けられることが好ま

しい。さらに、電子ビーム発生部 10 は、3 つ以上の電子ビームを略等しい間隔を隔てて発生し、電子検出部 700 は、3 つ以上の開口部 704 をそれぞれ通過する 3 つ以上の電子ビームのそれぞれの間に複数設けられることが望ましい。また、開口部 704 は、格子状に設けられることが好ましく、電子検出部 700 は、格子状に設けられた開口部 704 のそれぞれの間に複数設けられることが望ましい。また、電子検出部 700 は、最外周に設けられた開口部 704 の外周にさらに設けられてもよい。

図 31 は、反射電子検出装置 50 の構成の他の例を示す。反射電子検出装置 50 は、複数の電子ビームが通過する複数の開口部 704 が設けられた基板 702 と、ウェハ 44 又はウェハステージ 46 に設けられたターゲットマークから放射された電子を検出して、検出された電子量に基づく検出信号を出力する電子検出部 700 と、複数の開口部の間に設けられた遮蔽板 706 とを備える。本実施例において電子検出部 700 は、基板 702 に設けられた複数の開口部 704 の間に複数設けられる。また、複数の電子検出部 700 は、複数の開口部 704 のそれぞれに対応して設けられる。

電子検出部 700 は、基板 702 に設けられた複数の開口部 704 のそれぞれの周囲に更に設けられるのが好ましい。また、所定の電子ビームと、当該所定の電子ビームと隣接して照射される電子ビームとの間に、遮蔽板 706 が設けられるのが好ましい。つまり、遮蔽板 706 は、所定の開口部 704 の周囲に設けられた電子検出部 700 と、当該所定の開口部 704 に隣接する開口部の周囲に設けられた電子検出部 700 との間に設けられる。

遮蔽板 706 は、所定の電子ビームと、電子検出部との間に設けられていればよい。また、遮蔽板 706 は、電子ビームのウェハが載置される面における照射位置と、第 2 電子ビームに設けられた電子検出部との間に設けられることが好ましい。また、遮蔽板 706 は、非磁性導体材料により形成されることが望ましい。さらに、遮蔽板 706 は、基板 702 に電氣的に接続されることにより、接地されるのが望ましい。

図32は、反射電子検出装置50の構成の他の例を示す。遮蔽板708は、格子状に設けられた複数の開口部704のそれぞれの周囲に設けられた電子検出部700のそれぞれの間に、格子状に設けられてもよい。また、遮蔽板708は、所定のターゲットマークから放射された電子が、当該所定のターゲットマークに対応して設けられた所定の電子検出部以外の他の電子検出部に放射されないように、所定の電子検出部と他の電子検出部とを遮蔽する形状であればよい。

図33は、本発明に係る電子ビーム露光装置100の他の例を示す。本実施例において各電子ビームは隣接する他の電子ビームに対して狭い間隔に設けられる。例えば、全ての電子ビームが、ウェハに設けられるべき1つのチップの領域に収まるような間隔であってよい。また、図1における電子ビーム露光装置、及び図33における電子ビーム露光装置で、同一の符号を付した構成は、同様の構成及び機能を有してもよい。以下、主に図1において説明した電子ビーム露光装置の構成及び機能と異なる構成、動作、及び機能について説明する。

電子ビーム成形手段は、複数の電子ビームを発生させる電子ビーム発生部10と、発生した電子ビームを放出させるアノード13と、電子ビームを通過させることにより電子ビームの断面形状を成形する複数の開口部を有するスリットカバー11、第1成形部材14、及び第2成形部材22と、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第1多軸電子レンズ16と、アノード13を通過した電子ビームを独立して偏向するスリット偏向部15と、第1成形部材14を通過した複数の電子ビームを独立に偏向する第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20とを有する。

スリットカバー11、第1成形部材14、及び第2成形部材22は、電子ビームが照射される面に、接地された白金などの金属膜を有することが望ましい。また、スリットカバー11、第1成形部材14、及び第2成形部材22は、それぞれスリットカバー11、第1成形部材14、及び第2成形部材22を冷却する冷却部を有するのが望ましい。スリットカバー11、第1成形部材14、及び第2成形部材22は、冷却部を有することにより、照射された電子ビームの熱による温度上昇を抑

えることができる。

スリットカバー 1 1、第 1 成形部材 1 4、及び第 2 成形部材 2 2 に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率よく通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをも有してもよい。また、スリットカバー 1 1、第 1 成形部材 1 4 及び第 2 成形部材 2 2 に含まれる複数の開口部は、矩形に形成されるのが好ましい。

照射切替手段は、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第 2 多軸電子レンズ 2 4 と、複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立に偏向させることにより、電子ビームをウェハ 4 4 に照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切替えるブランキング電極アレイ 2 6 と、電子ビームを通過させる複数の開口部を含み、ブランキング電極アレイ 2 6 で偏向された電子ビームを遮蔽する電子ビーム遮蔽部材 2 8 とを有する。電子ビーム遮蔽部材 2 8 に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率良く通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをも有してもよい。

ウェハ用投影系は、複数の電子ビームを独立に集束し、ウェハ 4 4 に照射される電子ビームの回転を調整する第 3 多軸電子レンズ 3 4 と、複数の電子ビームを独立に集束し、ウェハ 4 4 に照射される電子ビームの縮小率を調整する第 4 多軸電子レンズ 3 6 と、複数の電子ビームを、ウェハ 4 4 の所望の位置に、電子ビーム毎に独立に偏向する独立偏向部である副偏向部 3 8 と、対物レンズとして機能し、電子ビームを集束する第 1 コイル 4 0 及び第 2 コイル 5 0 を有する同軸レンズ 5 2 と、複数の電子ビームを略同一の方向に所望量だけ偏向させる共通偏向部である主偏向部 4 2 とを有する。副偏向部 3 8 は、第 1 コイル 5 4 と第 2 コイル 4 0 との間に設けられてもよい。

主偏向部 4 2 は、電界を利用して高速に複数の電子ビームを偏向することが可能な静電型偏向器であることが好ましく、対向する 4 組の電極を有する円筒型均等 8 極型の構成、もしくは 8 極以上の電極を含む構成を有することが更に好ましい。また、同軸レンズ 5 2 は、ウェハ 4 4 に対して、多軸電子レンズより近傍に設けられ

ることが好ましい。また、本実施例において第3多軸電子レンズ34及び第4多軸電子レンズ36は一体に形成されているが、他の例においては別個に形成されてもよい。

制御系140は、統括制御部130と、多軸電子レンズ制御部82と、同軸電子  
5 レンズ制御部90と、主偏向制御部94と、反射電子処理部99と、ウェハステージ制御部96と、複数の電子ビームに対する露光パラメータをそれぞれ独立に制御する個別制御部120とを備える。統括制御部130は、例えばワークステーションであって、個別制御部120に含まれる各制御部を統括制御する。多軸電子レンズ制御部82は、第1多軸電子レンズ16、第2多軸電子レンズ24、第3多軸電  
10 子レンズ34及び第4多軸電子レンズ36に供給する電流を制御する。同軸電子レンズ制御部90は、同軸レンズ52を構成する第1コイル40及び第2コイル54に供給する電流量を制御する。主偏向制御部94は、主偏向部42に印加する電圧を制御する。反射電子処理部99は、反射電子検出装置50において検出された反射電子や2次電子等の量に基づく信号を受け取り、統括制御部130に通知する。  
15 ウェハステージ制御部96は、ウェハステージ駆動部48を制御し、ウェハステージ46を所定の位置に移動させる。

個別制御部120は、電子ビーム発生部10を制御する電子ビーム制御部80と、第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20を制御する成形偏向制御部84と、ブランキング電極アレイ26に含まれる偏向電極に印加する電圧を制御するブラン  
20 キング電極アレイ制御部86と、副偏向部38が有する複数の偏向器に含まれる電極に印加する電圧を制御する副偏向制御部98とを有する。

本実施例における電子ビーム露光装置100の動作について説明する。まず、電子ビーム発生部10が、複数の電子ビームを生成する。電子ビーム発生部10において発生された電子ビームはアノード13を通過し、スリット偏向部15に入射す  
25 る。スリット偏向部15は、アノード13を通過した電子ビームのスリットカバー11への照射位置を調整する。

スリットカバー11は、第1成形部材14に照射される電子ビームの面積を小さ

くすべく各電子ビームの一部を遮蔽し、電子ビームの断面を所定の大きさに成形する。スリットカバー 1 1 において成形された電子ビームは、第 1 成形部材 1 4 に照射され更に成形される。第 1 成形部材 1 4 を通過した電子ビームは、第 1 成形部材 1 4 に含まれる開口部の形状に対応する矩形の断面形状をそれぞれ有する。また、  
5 第 1 多軸電子レンズ 1 6 は、第 1 成形部材 1 4 において矩形に成形された複数の電子ビームを独立に集束し、第 2 成形部材 2 2 に対する電子ビームの焦点を、電子ビーム毎に独立に調整する。

第 1 成形偏向部 1 8 は、矩形に成形された複数の電子ビームを、第 2 成形部材に対して所望の位置に照射すべく電子ビーム毎に独立して偏向する。第 2 成形偏向部  
10 2 0 は、第 1 成形偏向部 1 8 で偏向された複数の電子ビームを、第 2 成形部材 2 2 に対して略垂直方向に照射すべく電子ビーム毎に独立に偏向する。その結果、電子ビームが、第 2 成形部材 2 2 の所望の位置に、第 2 成形部材 2 2 に対して略垂直に照射される。矩形形状を有する複数の開口部を含む第 2 成形部材 2 2 は、各開口部に照射された矩形の断面形状を有する複数の電子ビームを、ウェハ 4 4 に照射され  
15 るべき所望の矩形の断面形状を有する電子ビームに更に成形する。

第 2 多軸電子レンズ 2 4 は、複数の電子ビームを独立に集束して、ブランキング電極アレイ 2 6 に対する電子ビームの焦点を、電子ビーム毎に独立に調整する。第 2 多軸電子レンズ 2 4 より焦点が調整された電子ビームは、ブランキング電極アレイ 2 6 に含まれる複数のアパーチャを通過する。

ブランキング電極アレイ制御部 8 6 は、ブランキング電極アレイ 2 6 に形成された各アパーチャの近傍に設けられた偏向電極に電圧を印加するか否かを制御する。ブランキング電極アレイ 2 6 は、偏向電極に印加される電圧に基づいて、電子ビームをウェハ 4 4 に照射させるか否かを切替える。電圧が印加されたときは、アパーチャを通過した電子ビームは偏向され、電子ビーム遮蔽部材 2 8 に含まれる開口部  
25 を通過できず、ウェハ 4 4 に照射されない。電圧が印加されないときには、アパーチャを通過した電子ビームは偏向されず、電子ビーム遮蔽部材 2 8 に含まれる開口部を通過することができ、電子ビームはウェハ 4 4 に照射される。

ブランキング電極アレイ 26 により偏向されない電子ビームは、第 3 多軸電子レンズ 34 によりウェハ 44 に照射される電子ビーム像の回転を調整する。第 4 多軸電子レンズ 36 は、入射された電子ビームの照射径を縮小する。そして、第 3 多軸電子レンズ 34 及び第 4 多軸電子レンズ 36 を通過した電子ビームのうち、ブラン  
5 キング電極アレイ 26 により偏向されない電子ビームが、電子ビーム遮蔽部材 28 を通過し、副偏向部 38 に入射する。

副偏向制御部 92 が、副偏向部 38 に含まれる複数の偏向器を独立に制御する。副偏向部 38 は、複数の偏向器に入射される複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立にウェハ 44 の所望の位置に偏向する。副偏向部 38 を通過した複数の電子ビ  
10 ームは、第 1 コイル 40 及び第 2 コイル 50 を有する同軸レンズ 52 により、ウェハ 44 に対する焦点が調整され、ウェハ 44 に照射される。

露光処理中、ウェハステージ制御部 96 は、一定方向にウェハステージ 48 を動かす。ブランキング電極アレイ制御部 86 は露光パターンデータに基づいて、電子ビームを通過させるアパーチャを定め、各アパーチャに対する電力制御を行う。ウ  
15 エハ 44 の移動に合わせて、電子ビームを通過させるアパーチャを適宜、変更し、更に主偏向部 42 及び副偏向部 38 により電子ビームを偏向することにより、ウェハ 44 に所望の回路パターンを露光することが可能となる。電子ビームの照射方法については、図 37 及び図 38 に関連して詳述する。

本実施例における電子ビーム露光装置 100 は、複数の電子ビームを独立に集束  
20 するため、各電子ビーム自身にクロスオーバは発生するが、複数の電子ビーム全体としては、クロスオーバは発生しない。そのため各電子ビームの電流密度を上げた場合であっても、クーロン相互作用による電子ビームの焦点ずれや位置ずれの原因となる電子ビーム誤差を大幅に低減することができる。

図 34 は、図 33 における電子ビーム発生部 10 の構成を示す。図 34 (a) は  
25 、電子ビーム発生部 10 の断面図を示す。本実施例において、電子ビーム発生部 10 は、碍子 106 と、例えばタングステンやランタンヘキサボランなどの熱電子放出材料などにより形成されたカソード 12 と、カソード 12 を囲むように形成され

たグリッド102と、カソード12に電流を供給するためのカソード配線500と、グリッド102に電圧を印加するためのグリッド配線502と、絶縁層504とを有する。本実施例において、電子ビーム発生部10は、碍子106に複数の電子銃104を所定の間隔に有することにより、電子銃アレイを形成する。

- 5 電子ビーム発生部10は、例えば出力電圧が50kV程度である、各カソード12に対して共通のベース電源（図示せず）を有することが好ましい。カソード12は、カソード配線500を介して、ベース電源に電氣的に接続される。カソード配線500は、例えばタングステンなどの高融点金属により形成されるのが好ましい。他の例においては、電子ビーム発生部10が、各カソード12に対して個別にベ
- 10 ース電源を有してもよい。このとき、カソード配線500は、各カソード12と対応する各電源とを個別に接続するように形成される。

本実施例において、電子ビーム発生部10は、例えば出力電圧が200V程度である個別電源（図示せず）を、複数のグリッド102毎に有する。各グリッド102は、グリッド配線502を介して、対応する個別電源に接続される。グリッド配線502は、例えばタングステンなどの高融点金属により形成されるのが好ましい。

15 。

また、グリッド102及びグリッド配線502は、カソード12及びカソード配線500と、絶縁層504により電氣的に絶縁されるのが望ましい。本実施例において、絶縁層504は、例えば酸化アルミニウムなどの絶縁性及び耐熱性を有するセラミック材料により形成される。

- 20 図34（b）は、電子ビーム発生部10の、ウェハ44（図33参照）からの図を示す。本実施例において、電子ビーム発生部10は、碍子106に、複数の電子銃104を所定の間隔で設けることにより、電子銃アレイを形成する。グリッド配線502は、絶縁層504の帯電を抑制するように、絶縁層504に形成されるのが好ましい。具体的には、グリッド102と絶縁層504とを結ぶ直線上に、グリ
- 25 ッド配線502が形成されるのが好ましい。各グリッド配線502を、各グリッド配線間が短絡しないに設けてもよく、好ましくは、図34（b）に示すように、各グリッド配線間が、短絡しない範囲で、できる限り近接した距離に設ける。

本実施例において、電子ビーム発生部 10 は、カソード 12 に電流を供給することにより、カソード 12 を加熱し、熱電子を発生させる。カソード 12 と、カソード配線 500 との間に、例えば炭素などの発熱部材を設けてもよい。更に、カソード 12 に 50 kV の負電圧を印加することにより、カソード 12 とアノード 13 ( 図 3.3 参照) との間に電位差を生じさせる。そして、当該電位差を利用して、発生した熱電子を引き出し、加速することにより電子ビームを得る。

そして、グリッド 102 に、カソード 12 の電位に対して数百 V の負電圧を印加し、アノード 13 の方向へ、熱電子を押し出す量を調整することにより、電子ビームを安定化させる。電子ビーム発生部 10 は、複数の個別電源により、グリッド 102 毎に独立に電圧を印加し、カソード 12 で発生した熱電子を、アノード 13 の方向へ押し出す量を調整することにより、発生する複数の電子ビーム毎に、電子ビーム量を調整することが好ましい。また、他の例においてはスリットカバー 11 ( 図 3.3 参照) をアノードとして用いてもよい。

他の例においては、電子ビーム発生部 10 は、電界放射デバイスを有することにより、電子ビームを発生させてもよい。また、電子ビーム発生部 10 は、安定した電子ビームを発生するのに所定の時間がかかるので、電子ビーム発生部 10 は、露光処理期間において常に電子ビームを発生するのが好ましい。

図 3.5 は、図 3.3 におけるブランキング電極アレイ 26 の構成を示す。図 3.5 ( a ) は、ブランキング電極アレイ 26 の全体図を示す。ブランキング電極アレイ 26 は、電子ビームが通過する複数のアパーチャを有するアパーチャ部 160 と、図 3.3 におけるブランキング電極アレイ制御部 86 との接続部となる偏向電極パッド 162 及び接地電極パッド 164 とを有する。アパーチャ部 160 は、ブランキング電極アレイ 26 の中央部に配置されることが望ましい。偏向電極パッド 162 及び接地電極パッド 164 は、プローブカードやポゴピンアレイなどを介して、ブランキング電極アレイ制御部 86 から電気信号を受け取る。

図 3.5 ( b ) は、アパーチャ部 160 の上面図を示す。図中、アパーチャ部 160 の横方向を x 軸で表現し、縦方向を y 軸で表現する。x 軸は、露光処理中、

ウェハステージ46（図33参照）がウェハ44を段階的に移動させる方向を示し、y軸は、露光処理中、ウェハステージ46がウェハ44を連続的に移動させる方向を示す。具体的には、ウェハステージ46に関して、y軸は、ウェハ44を走査露光させる方向であり、x軸は、走査露光終了後、ウェハ44の未露光領域を露光するためにウェハ44を段階的に移動させる方向である。

アパーチャ部160は、複数のアパーチャ166を有する。複数のアパーチャ166は、走査領域の全てを露光するように配置される。図示される例においては、複数のアパーチャが、x軸方向の両端に位置するアパーチャ166aと166bの間の領域全面を覆うように形成される。x軸方向に近接するアパーチャ166同士は、互いに一定の間隔で配置されていることが好ましい。このとき、図33を参照して、アパーチャ166同士の間隔は、主偏向部42が電子ビームを偏向する最大偏向量以下に定められるのが好ましい。

図36は、電子ビームを偏向する第1成形偏向部18の構成を示す。図36（a）は、第1成形偏向部18の全体図である。尚、電子ビーム露光装置100に含まれる第2成形偏向部20及び副偏向部38も、第1成形偏向部18と同様の構成を有しており、以下において、偏向部の構成に関して、代表して第1成形偏向部18の構成に基づいて説明する。

第1成形偏向部18は、基材186に、偏向器アレイ180及び偏向電極パッド182を有する。偏向器アレイ180は、基材186の中央部に設けられ、偏向電極パッド182は、基材186の周辺部に設けられる。偏向器アレイ180は、複数の偏向電極及び開口部により形成される複数の偏向器を有する。偏向電極パッド182は、プローブカードなどに接続されることにより、成形偏向制御部84（図33参照）と電氣的に接続される。

図36（b）は、偏向器アレイ180を示す。偏向器アレイ180は、電子ビームを偏向する複数の偏向器184を有する。図中、偏向器アレイ180の横方向をx軸で表現し、縦方向をy軸で表現する。x軸は、露光処理中、ウェハステージ46（図33参照）がウェハ44を段階的に移動させる方向を示し、y軸は、露光処

理中、ウェハステージ46がウェハ44を連続的に移動させる方向を示す。具体的には、ウェハステージ46に関して、y軸は、ウェハ44を走査露光させる方向であり、x軸は、走査露光終了後、ウェハ44の未露光領域を露光するためにウェハ44を段階的に移動させる方向である。

- 5        x軸方向に近接する偏向器184同士は、互いに一定の間隔で配置されていることが好ましい。このとき、図33を参照して、偏向器184同士の間隔は、主偏向部42が電子ビームを偏向する最大偏向量以下に定められるのが好ましい。図35(b)を参照して、偏向器アレイ180に設けられた複数の偏向器184は、ブランキング電極アレイ26に設けられた複数のアパーチャに対応して各々設けられる
- 10        。

従来技術においては、ビームを縮小するために、同軸レンズが使用されていた。縮小系同軸レンズは、電子ビーム径を縮小するとともに、複数の電子ビームを集束して、電子ビーム間隔をも縮小する。そのため、従来では、特に副偏向部38において、到達する電子ビーム間隔が非常に密であるために、電子ビームを偏

15        向する偏向器184を、電子ビーム毎に形成するのは困難であった。

本発明においては、多軸電子レンズを使用することにより、電子ビームを縮小する多軸電子レンズを電子ビームが通過した後も、電子ビーム径は縮小されるが、電子ビーム間隔は縮小されない。そのため、電子ビームが縮小された後も、各電子ビームの間隔には余裕があるため、電子ビームを所望量まで偏向できる偏向能力を有

20        する偏向器184を容易に、且つ偏向器アレイ180上の偏向能率の良い位置に配置することができる。

図37は、本実施例における電子ビーム露光装置100のウェハ44上の露光動作を示す。まず、ウェハステージ46の露光処理中の動作について説明する。図中、ウェハ44の横方向をx軸で表現し、縦方向をy軸で表現する。露光幅A

25        1は、x軸方向にウェハステージ46を移動することなく露光できる幅であり、図35を参照して、ブランキング電極アレイ26に含まれるアパーチャ166のx軸方向の配置幅に対応する。図33を参照して、露光処理中、成形偏向部84

が、照射されるビーム形状を制御し、ブランキング電極アレイ制御部 8 6 が、電子ビームを照射するか否かを制御する。主偏向部 9 4 及び副偏向部 9 2 が、ウェハ 4 4 への電子ビームの照射位置を制御しながら、ウェハステージ制御部 9 6 が、ウェハステージ 4 6 を y 軸方向に移動させることにより、露光幅 A 1 を有する  
5 第 1 露光領域 4 0 0 を露光することができる。第 1 露光領域 4 0 0 を露光した後、ウェハステージ 4 6 を x 軸方向に露光幅 A 1 だけ移動し、ウェハステージ 4 6 を逆方向に移動させることにより第 2 露光領域 4 0 2 を露光することができる。以上の露光動作をウェハ 4 4 の全面に対して繰り返し行うことにより、ウェハ 4 4 の全面に所望の露光パターンを露光することができる。図 3 7 の例においては、一回の走査で、ウェハ 4 4 の端から端までを露光しているが、他の例においては、ウェハ 4 4 の一部の領域を露光走査してもよい。

図 3 8 は、主偏向部 4 2 及び副偏向部 3 8 の露光処理中の偏向動作を模式的に示す。図 3 8 (a) は、各電子ビームが、主に主偏向部 4 2 の偏向動作により、ウェハ 4 4 を露光する主偏向範囲 4 1 0 を示す。主偏向範囲 4 1 0 の一辺 A 2 は、主偏向部 4 2 が露光処理中に電子ビームを偏向する量に対応する。各電子ビーム偏向範囲 3 1 0 は、x 座標において近接する電子ビーム偏向範囲 3 1 0 に接するように配置されていることが好ましいが、x 座標上で重なりを含むように配置されてもよい。  
15

図 3 8 (b) は、各電子ビームが、電子ビーム偏向範囲 3 1 0 を露光する動作を模式的に示す。副偏向部 3 8 の偏向動作により、ウェハ 4 4 を露光する副偏向範囲 4 1 2 の一辺 A 3 は、副偏向部 3 8 が、露光処理中に電子ビームを偏向可能な量に対応する。本実施例においては、主偏向範囲 4 1 0 は、副偏向範囲 4 1 2 の 8 倍程度の偏向範囲を有する。  
20

副偏向部 3 8 の偏向動作により、副偏向範囲 4 1 2 a に所望の露光パターンを露光する。副偏向範囲 4 1 2 a の露光が完了した後、主偏向部 4 2 が、電子ビームを副偏向範囲 4 1 2 b に移動する。そして、副偏向部 3 8 の偏向動作により、副偏向範囲 4 1 2 b に所望の露光パターンを露光する。同様に、図中の矢印方向に沿うよ  
25

うに主偏向部 4 2 及び副偏向部 3 8 の偏向動作を繰り返し、所望の露光パターンを露光することにより、主偏向範囲 4 1 0 の露光が完了する。

図 3 9 は、第 1 多軸電子レンズ 1 6 の一例を示す。尚、電子ビーム露光装置 1 0 0 に含まれる第 2 多軸電子レンズ 2 4、第 3 多軸電子レンズ 3 4 及び第 4 多軸電子  
5 レンズ 3 6 も、第 1 多軸電子レンズ 1 6 と同様の構成を有しており、以下において、多軸電子レンズの構成に関して、代表して第 1 多軸電子レンズ 1 6 の構成に基づいて説明する。

第 1 多軸電子レンズ 1 6 は、磁界を発生するコイル部 2 0 0 及びレンズ部 2 0 2 を備える。レンズ部 2 0 2 は、電子ビームが通過するレンズ開口部 2 0 4、及び  
10 レンズ開口部が含まれる所定の領域であるレンズ領域 2 0 6 を有する。レンズ領域 2 0 6 は、ウェハステージ 4 6 (図 3 3 参照) が走査する方向が、y 軸方向に対応し、ウェハステージ 4 6 が段階的に移動する方向が、x 軸方向に対応する。

電子ビームが通過するレンズ開口部 2 0 4 は、各レンズ開口部 2 0 4 の中心点の x 座標が、一定の間隔を有するように配置され、好ましくは、図 3 3 を参照して、  
15 電子ビームがウェハ 4 4 を露光するとき、主偏向部 4 2 が電子ビームを偏向する偏向量に対応する間隔を有して配置される。具体的には、図 3 5 及び図 3 6 を参照して、ブランキング電極アレイ 2 6 に含まれるアパーチャ 1 6 6、及び偏向器アレイ 1 8 0 に含まれる偏向器 1 8 4 の位置に対応して配置されるのが好ましい。また、レンズ部 2 0 2 が、図 8 から図 1 1 において説明したダミー開口部 2 0 5 を有す  
20 るのが好ましい。

図 4 0 は、第 1 多軸電子レンズ 1 6 の断面の一例を示す。図 4 0 (a) は、第 1 多軸電子レンズ 1 6 の断面図を示す。レンズ部 2 0 2 は、非磁性導体部 2 0 8 を、レンズ部磁性導体部 2 1 0 を挟むように有してもよい。また、レンズ部 2 0 2 は、  
図 4 0 (b) に示すように、レンズ部磁性導体部 2 1 0 を厚く有してもよい。この  
25 とき、レンズ開口部 2 0 4 を通過する複数の電子ビームにおいて、隣接する各電子ビーム間に働くクーロン力は更に遮蔽される。この例では、レンズ部 2 0 2 の表面が、コイル部 2 0 0 に略同一面上となるように、レンズ部磁性導体部 2 1 0 を形成

してもよい。また、レンズ部202の厚さが、コイル部200の厚さより厚くなるように、レンズ部磁性導体部210を形成してもよい。

図41は、本発明における電子ビーム露光装置100の他の例を示す。本実施例における電子ビーム露光装置100は、照射制御手段として、図1において説明した電子ビーム露光装置におけるブランキング電極アレイ26に代えてブランキング・アパーチャ・アレイ(BAA)デバイス27を備える。また、本実施例における電子ビーム露光装置100は、BAAデバイス27において分割された(成形部材で分割された)電子ビームを、図33において説明した電子ビーム露光装置が有する電子レンズ及び偏向部と同様の構成及び機能を有する電子レンズ及び偏向部を備えることにより、ウェハに対して電子ビームを照射する。図41における電子ビーム露光装置と、図1及び／又は図33において説明した電子ビーム露光装置とで、同一の符号を付した構成は、同様の構成及び機能を有してよい。以下、主に図1及び図33において説明した電子ビーム露光装置の構成及び機能と異なる構成、動作、及び機能について説明する。

電子ビーム露光装置100は、電子ビームによりウェハ44に所定の露光処理を施すための露光部150と、露光部150に含まれる各構成の動作を制御する制御系140とを備える。

露光部150は、複数の排気孔70が設けられた管体8と、複数の電子ビームを発生し、電子ビームの断面形状を所望に成形する電子ビーム成形手段と、複数の電子ビームをウェハ44に照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切替える照射切替手段と、ウェハ44に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ用投影系を含む電子光学系を備える。また、露光部150は、パターンを露光すべきウェハ44を載置するウェハステージ46と、ウェハステージ46を駆動するウェハステージ駆動部48とを含むステージ系を備える。

電子ビーム成形手段は、複数の電子ビームを発生させる電子ビーム発生部10と、発生した電子ビームを放出させるアノード13と、アノード13を通過した電子ビームを独立して偏向するスリット偏向部15と、複数の電子ビームを独立に集束

し、電子ビームの焦点を調整する第1多軸電子レンズ16と、第1多軸電子レンズ16のレンズ開口部に形成された磁界が、当該レンズ開口部を通過する電子ビームに対して与える力を独立して調整する第1レンズ強度調整部17と、第1多軸電子レンズ16を通過した電子ビームを分割するBAAデバイス27とを有する。

- 5 照射切替手段は、電子ビームをウェハ44に照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切替えるBAAデバイス27と、電子ビームを通過させる複数の開口部を含み、BAAデバイス27で偏向された電子ビームを遮蔽する電子ビーム遮蔽部材28とを有する。本実施例においてBAAデバイス27は、照射された電子ビームの断面形状を成形する電子ビーム成形手段としての機能と、照射切替手段としての機能とを有する。電子ビーム遮蔽部材28に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率良く通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをも有してもよい。
- 10

- ウェハ用投影系は、複数の電子ビームを独立に集束し、ウェハ44に照射される電子ビームの回転を調整する第3多軸電子レンズ34と、複数の電子ビームを独立に集束し、ウェハ44に照射される電子ビームの縮小率を調整する第4多軸電子レンズ36と、複数の電子ビームをウェハ44の所望の位置に、電子ビーム毎に独立に偏向する偏向部60と、対物レンズとして機能し、電子ビームを集束する第1コイル40及び第2コイル50を有する同軸レンズ52とを有する。同軸レンズ52は、ウェハ44に対して、多軸電子レンズより近傍に設けられることが好ましい。
- 15
- 20 また、本実施例において第3多軸電子レンズ34及び第4多軸電子レンズ36は一体に形成されているが、他の例においては別個に形成されてもよい。

- 制御系140は、統括制御部130と、多軸電子レンズ制御部82と、同軸電子レンズ制御部90と、反射電子処理部99と、ウェハステージ制御部96と、複数の電子ビームに対する露光パラメータをそれぞれ独立に制御する個別制御部120とを備える。統括制御部130は、例えばワークステーションであって、個別制御部120に含まれる各制御部を統括制御する。多軸電子レンズ制御部82は、第1多軸電子レンズ16、第3多軸電子レンズ34及び第4多軸電子レンズ36に供給
- 25

する電流を制御する。同軸電子レンズ制御部 90 は、同軸レンズ 52 を構成する第 1 コイル 40 及び第 2 コイル 54 に供給する電流量を制御する。反射電子処理部 99 は、反射電子検出装置 50 において検出された反射電子や 2 次電子等の量に基づく信号を受け取り、統括制御部 130 に通知する。ウェハステージ制御部 96 は、  
5 ウェハステージ駆動部 48 を制御し、ウェハステージ 46 を所定の位置に移動させる。

個別制御部 120 は、電子ビーム発生部 10 を制御する電子ビーム制御部 80 と、レンズ強度調整部 17 を制御するレンズ強度制御部 88 と、BAA デバイス 27 に含まれる偏向電極に印加する電圧を制御する BAA デバイス制御部 87 と、偏向  
10 部 60 が有する複数の偏向器に含まれる電極に印加する電圧を制御する偏向制御部 98 とを有する。

本実例における電子ビーム露光装置 100 の動作について説明する。まず、電子ビーム発生部 10 が、複数の電子ビームを生成する。電子ビーム発生部 10 において発生された電子ビームはアノード 13 を通過し、スリット偏向部 15 に入射する  
15 。スリット偏向部 15 は、アノード 13 を通過した電子ビームの BAA デバイス 27 への照射位置を調整する。

第 1 多軸電子レンズ 16 は、スリット偏向部 15 を通過した複数の電子ビームを独立に集束し、BAA デバイス 27 に対する電子ビームの焦点を、電子ビーム毎に独立に調整する。また、第 1 レンズ強度調整部 17 は、第 1 多軸電子レンズ 16 の  
20 レンズ開口部に入射された各電子ビームの焦点位置を補正すべく、第 1 電子レンズ 16 の各レンズ開口部におけるレンズ強度を調整する。第 1 多軸電子レンズ 16 より焦点が調整された電子ビームは、BAA デバイス 27 に設けられた複数のアパーチャ部にそれぞれ照射される。

BAA デバイス制御部 87 は、BAA デバイス 27 に形成された各アパーチャの  
25 近傍に設けられた偏向電極に電圧を印加するか否かを制御する。BAA デバイス 27 は、偏向電極に印加される電圧に基づいて、電子ビームをウェハ 44 に照射させるか否かを切替える。電圧が印加されたときは、アパーチャを通過した電子ビーム

は偏向されて、電子ビーム遮蔽部材 28 に含まれる開口部を通過できず、ウェハ 44 に照射されない。電圧が印加されないときには、BAA デバイス 27 において成形され、アパーチャを通過した電子ビームは、偏向されず電子ビーム遮蔽部材 28 に含まれる開口部を通過することができ、電子ビームはウェハ 44 に照射される。

- 5      BAA デバイス 27 により偏向されない電子ビームは、電子ビーム遮蔽部材 28 を通過し、第 3 多軸電子レンズ 34 に入射される。そして、第 3 多軸電子レンズ 34 は、ウェハ 44 に照射される電子ビーム像の回転を調整する。また、第 4 多軸電子レンズ 36 は、入射された電子ビームの照射径を縮小する。

- 10      偏向制御部 98 が、偏向部 60 に含まれる複数の偏向器を独立に制御する。偏向部 60 は、複数の偏向器に入射される複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立にウェハ 44 の所望の露光位置に偏向する。偏向部 60 を通過した複数の電子ビームは、第 1 コイル 40 及び第 2 コイル 50 を有する同軸レンズ 52 により、ウェハ 44 に対する焦点が調整され、ウェハ 44 に照射される。

- 15      露光処理中、ウェハステージ制御部 96 は、一定方向にウェハステージ 48 を動かす。BAA デバイス制御部 87 は露光パターンデータに基づいて、電子ビームを通過させるアパーチャを定め、各アパーチャに対する電力制御を行う。ウェハ 44 の移動に合わせて、電子ビームを通過させるアパーチャを適宜、変更し、更に偏向部 60 により電子ビームを偏向することにより、ウェハ 44 に所望の回路パターンを露光することが可能となる。

- 20      本実施例における電子ビーム露光装置 100 は、複数の電子ビームを独立に集束するため、各電子ビーム自身にクロスオーバは発生するが、複数の電子ビーム全体としては、クロスオーバは発生しない。そのため各電子ビームの電流密度を上げた場合であっても、クーロン相互作用による電子ビームの焦点ずれや位置ずれの原因となる電子ビーム誤差を大幅に低減することができる。

- 25      図 42 は、BAA デバイス 27 の構成を示す。図 42 (a) に示すように BAA デバイス 27 は、電子ビームが通過する複数のアパーチャ 166 を有する複数のアパーチャ部 160 と、図 41 におけるブランキング電極アレイ制御部 86 との接続

部となる偏向電極パッド162及び接地電極パッド164とを有する。各アパーチャ部160は、第1多軸電子レンズ16が有するレンズ開口部と同軸に設けられるのが望ましい。また、BAAデバイス27は、アパーチャ部160の周囲に電子ビームが通過しないダミー開口部（図1参照）を有することが好ましい。BAAデバイス27がダミー開口部を有することにより、筐体8内部の排気のインダクタンスを低くすることができるため、効率よく筐体8内部を減圧することができる。

図42（b）は、アパーチャ部160の上面図を示す。アパーチャ部160は、複数のアパーチャ166を有する。アパーチャ166は、矩形形状を有するのが好ましい。そして、各アパーチャ部160に照射された電子ビームは、それぞれアパーチャ166の形状に成形される。本実施例における電子ビーム露光装置は、BAAデバイス27を有することにより、電子ビーム発生部10において発生した電子ビームを更に分割してウェハ44に照射することができる。従って、多数の電子ビームをウェハに照射することができ、極めて短時間でウェハにパターンを露光することができる。

図43は、第3多軸電子レンズ34の上面図を示す。なお、第4多軸電子レンズ36も第3多軸電子レンズ34と同様の構成を有してよく、代表して第3多軸電子レンズ34の構成について説明する。

図43（a）に示すように第3多軸電子レンズ34は、磁界を発生するコイル部200及びレンズ部202を備える。レンズ部202は、電子ビームが通過する開口部である複数のレンズ開口部が設けられる領域である複数のレンズ領域206を有する。レンズ部202においてレンズ領域206は、第1多軸電子レンズ16が有するレンズ開口部、及びBAAデバイス27が有する複数のアパーチャ部160と同軸に設けられるのが望ましい。

図43（b）は、レンズ領域206を示す。レンズ領域206は、複数のレンズ開口部204を有する。各レンズ開口部204は、BAAデバイス27におけるアパーチャ部160に設けられた複数のアパーチャ166、及び偏向器アレイ180に含まれる偏向器184と同軸に配置されるのが望ましい。また、レンズ部202

が、図 8 から図 11 において説明したダミー開口部 205 を有するのが好ましい。  
この場合においてレンズ部 202 は、当該レンズ部 202 において複数のレンズ領域 206 が設けられた領域の外周に、ダミー開口部 205 を有するのが好ましい。

図 44 は、偏向部 60 の上面図を示す。偏向部 60 は、基材 186 と、複数の  
5 偏向器アレイ 180 と、偏向電極パッド 182 とを有する。複数の偏向器アレイ 180 は、基材 186 の中央部に設けられ、偏向電極パッド 182 は、基材 186 の周辺部に設けられるのが望ましい。各偏向器アレイ 180 は、BAA デバイス 27 におけるアパーチャ部 160、並びに第 3 多軸電子レンズ 34 及び第 4 多軸電子レンズ 36 におけるレンズ領域 206 と同軸に設けられるのが望ましい。  
10 また、偏向電極パッド 182 は、例えばプローブカードやポゴピンアレイ等の接続手段を介して接続されることにより、偏向制御部 98（図 41 参照）と電氣的に接続される。

図 44（b）は、偏向器アレイ 180 を示す。偏向器アレイ 180 は、複数の  
偏向電極及び開口部により形成される複数の偏向器 184 を有する。偏向器 18  
15 4 は、BAA デバイス 27 におけるアパーチャ部 160 に設けられた複数のアパーチャ 166、並びに第 3 多軸電子レンズ 34 及び第 4 多軸電子レンズ 36 におけるレンズ領域 206 に設けられたレンズ開口部 204 と同軸にそれぞれ設けられるのが望ましい。

図 45 は、本発明の一実施形態に係る多軸電子レンズに含まれるレンズ部 202  
20 の製造方法の工程の一例を示す。まず、導電性基板 300 を用意する。図 45（a）は、導電性基板 300 に、感光性膜 302 を塗布する塗布工程を示す。感光性膜 302 は、例えばスピンコート法や、所定の厚さを有する厚膜レジストを貼り付けるなどの方法により形成されるのが好ましい。また、感光性膜 302 は、製造されるレンズ部 202 の厚さ以上の厚さを有するように形成される。

25 図 45（b）は、感光性膜 302 に、所定のパターンを露光することにより形成する露光工程、及び感光性膜 302 の所定の領域を除去する第 1 除去工程を示す。所定のパターンは、図 8～11、図 39、及び図 43 を参照して、レンズ部 202

の径及び複数のビームが通過する複数のレンズ開口部 204 のパターンに基づいて形成される。具体的には、所定のパターンは、レンズ部 202 の径と、レンズ開口部 202 の径及び位置とにより定められる。そして、露光工程及び第 1 除去工程により、後述する電鋳工程において、レンズ部 202 の径に基づく、レンズ部 202

5      を形成するための成形型となるレンズ部成形型 304 と、レンズ開口部 204 に基づく、レンズ開口部 204 を形成するための成形型となるレンズ開口部成形型 306 とが形成される。

所定のパターンは、電子ビームが通過しないダミー開口部のパターンに更に基づいて形成されてもよい。このとき、露光工程及び第 1 除去工程により、ダミー開口部を形成するための成形型となるダミー開口部成形型を更に有するように形成されてもよい。ダミー開口部成形型は、レンズ開口部成形型 306 と異なる径を有するように形成されてもよい。

10

露光工程は、レンズ開口部 204 の開口径及び開口深さの比であるアスペクト比に対応する露光方法を用いることが好ましい。レンズ開口部 204 の開口径は、0

15      . 1 mm ~ 2 mm であることが好ましく、また、開口深さは、5 mm ~ 50 mm であることが好ましい。本実施例においては、レンズ開口部 204 の開口径は約 0.5 mm で、開口深さは約 20 mm であり、アスペクト比は約 40 となる。そのため、感光性膜に対する透過率が高く、アスペクト比の高いパターンが容易に形成できる X 線露光方法により露光するのが好ましい。このとき、感光性膜 302 は、ポジ型もしくはネガ型を有する X 線露光用のフォトレジストであることが好ましく、レンズ部成形型 304 及びレンズ開口部成形型 306 のパターンに対応するパターンを有する X 線露光用のマスクを用いて、露光される。そして、感光性膜 302 がポジ型であれば、感光性膜 302 の露光部分を、感光性膜 302 がネガ型であれば、感光性膜 302 の未露光部分を除去することにより、レンズ部成形型 304 及び

20

25      レンズ開口部成形型 306 を形成する。

図 45 (c) は、第 1 レンズ部磁性導体部 210 a を電鋳により形成する第 1 磁性導体部形成工程を示す。第 1 レンズ部磁性導体部 210 a は、例えばニッケル合

金であり、導電性基板 300 を電極とする電解めっきなどにより約 5 mm 形成する。

図 45 (d) は、非磁性導体部 208 を電鍍により形成する非磁性導体部形成工程を示す。非磁性導体部 208 は、例えば銅であり、第 1 レンズ部磁性導体部 210 a を電極とする電解めっきなどにより約 5 ~ 20 mm 形成する。

図 45 (e) は、第 2 レンズ部磁性導体部 210 b を電鍍により形成する第 2 磁性導体部形成工程を示す。第 2 レンズ部磁性導体部 210 b は、例えばニッケル合金であり、非磁性導体部 208 を電極とする電解めっきなどにより約 5 ~ 20 mm 形成する。

図 45 (f) は、感光性膜 302 を除去する第 2 除去工程を示す。第 2 除去工程において、感光性膜 302 の残存するレンズ部成形型 304 及びレンズ開口部成形型 306 を除去する。そして、第 1 レンズ部磁性導体部 210 a に含まれる複数の第 1 開口部と、非磁性導体部 208 に含まれる複数の第 1 開口部と略同軸の複数の貫通部と、第 2 非磁性導体部 210 b に含まれる、複数の第 1 開口部と複数の貫通部に略同軸の複数の第 2 開口部とを有する、レンズ開口部 204 が形成される。

図 45 (g) は、導電性基板 300 を剥離する基板剥離工程を示す。導電性基板 300 を剥離することにより、レンズ部 202 を得る。導電性基板 300 は、第 1 レンズ部磁性導体部 210 a、非磁性導体部 208 及び第 2 レンズ部磁性導体部 210 b とほとんど反応せずに、導電性基板 300 を除去することができる薬液を用いて除去してもよい。

図 46 は、突出部 218 を形成する工程の一例を示す。図 46 (a) は、図 45 (c) に示す工程において、形成された導電性基板 300 及び第 1 レンズ部磁性導体部 210 a を示す。第 1 レンズ部磁性導体部 210 a に、図 14 において説明した突出部 218 が設けられるべき位置に対応するようにレンズ開口部成形型 306 を形成する。続いて、図 46 (c) に示すように、図 45 において説明した工程と同様に、第 1 突出部 218 a、非磁性導体部 208、及び第 2 突出部 218 b を形成する。

続いて、レンズ開口部成形型 3 0 6 を除去し、レンズ開口部成形型 3 0 6 が除去された開口領域に、充填部材 3 1 4 を充填する。充填部材 3 1 4 は、磁性導体部 2 1 0、突出部 2 1 8 及び非磁性導体部 2 0 8 を形成する材料に対して選択的に除去できる材料に形成されるのが望ましい。また、充填部材 3 1 4 は、第 2 突出部 2 1 8 b と略同じ高さに形成されるのが望ましい。充填部材 3 1 4 を形成した後、図 4 5 において説明した工程と同様に、再度、レンズ開口部成形型 3 0 6 を形成し、第 2 レンズ部磁性導体部 2 1 0 b を形成する。そして、図 4 6 (e) に示すように、レンズ開口部成形型 3 0 6、充填部材 3 1 4 及び導電性基板 3 0 0 を除去し、レンズ部 2 0 2 を得る。

- 10 第 1 突出部 2 1 8 a 及び第 2 突出部 2 1 8 b は、レンズ部磁性導体部 2 1 0 を形成する材料と異なる透磁率を有する材料により形成されてもよい。また、図 4 6 (b) に示すレンズ開口部成形型 3 0 6 と反転したパターンを有するレンズ開口部成形型をレンズ部磁性導体部 2 1 0 に形成し、当該レンズ開口部成形型をマスクとして、レンズ部磁性導体部 2 1 0 をエッチングすることにより、切欠部を形成してもよい。

図 4 7 は、レンズ部 2 0 2 の製造方法の他の例を示す。第 2 磁性導体部形成工程が完了した後、更に第 1 磁性導体部形成工程と、非磁性導体部形成工程と、第 2 磁性導体部形成工程とを複数回行った後、第 2 除去工程と、基板剥離工程とを行うことにより、図 4 7 (a) に示すように、複数のレンズ部 2 0 2 を有するレンズ部塊 3 2 0 を形成する。そして、レンズ部塊 3 2 0 をスライスすることにより、複数のレンズ部 2 0 2 を得てもよい。また、図 4 7 (b) に示すように、レンズ部塊 3 2 0 に含まれる複数のレンズ部 2 0 2 の間に、各レンズ部を分離する分離部材 3 2 2 を有するようにレンズ部塊 3 2 0 を形成した後、レンズ部 2 0 2 に含まれる非磁性導体部 2 0 8 及び第 2 レンズ部磁性導体部 2 1 0 b とほとんど反応せずに、分離部材 3 2 2 だけを除去することができる薬液などを用いて除去することにより、複数のレンズ部 2 0 2 を得てもよい。このとき、塗布工程において、感光性膜 3 0 2 は、製造されるレンズ部塊 3 2 0 の厚さ以上の厚さを有することが望ましい。

図48は、コイル部200とレンズ部202とを固定する固定工程を示す。図48(a)は、磁界を発生するコイル部200を示す。コイル部200は、レンズ部202の径に対応する内径を有し、環状に形成されるのが好ましい。また、コイル部200は、磁界を発生するコイル214の周囲にコイル部磁性導体部212及びスペース310を有する。スペース310は、非磁性導体部を有してもよく、また、非磁性導体部により埋められてもよい。コイル部磁性導体部212及びコイル214は、例えば精密機械加工により形成されるのが好ましい。そして、コイル部磁性導体部212及びコイル214が、例えば螺嵌や溶接あるいは接着などの精密機械加工により接合されることにより、コイル部200が形成される。コイル部磁性導体部212は、レンズ部磁性導体部210を形成する材料と異なる透磁率を有する材料により形成されるのが好ましい。

図48(b)は、コイル部200に、レンズ部202を固定するための支持部312を形成する支持部形成工程を示す。コイル部200を形成した後、非磁性導体である支持部312を、螺嵌や溶接あるいは接着などの精密機械加工により、コイル部200に接合する。後述する固定工程において、コイル部に含まれるスペース310と、レンズ部に含まれる非磁性導体部208とを合わせるように、支持部312によりレンズ部202が支持される位置に、支持部312が設けられるのが望ましい。支持部312は、単一の環状部材であってもよく、又は、レンズ部202を複数の支点として支持する複数の凸状部材を有してもよい。また、磁性導体部212を形成するときに、支持部312を一体として形成してもよい。具体的には、磁性導体部212が、支持部312である凸部を含むように形成される。このとき、支持部312は、第1レンズ部磁性導体部210aと第2レンズ部磁性導体部210bにより、レンズ開口部204に形成される磁界に影響しない大きさに形成されるのが望ましい。

図48(c)は、支持部312を用いて、コイル部200とレンズ部202を固定する固定工程を示す。レンズ部202は、コイル部に含まれるスペース310と、レンズ部に含まれる非磁性導体部208とを合わせるように、接着や嵌合あるい

は咬合によりコイル部 200 と接合し、固定することが好ましい。また、レンズ部 202 は、支持部 312 を用いて、コイル部 200 に固定してもよい。支持部 312 は、レンズ部 202 をコイル部 200 に固定した後、除去されてもよい。

- 図 49 は、ウェハから半導体素子を製造する、本発明の一実施形態に係る半導体素子製造工程のフローチャートである。S10 で、本フローチャートが開始する。
- S12 で、ウェハの上面に、フォトリジストを塗布する。図 1 及び 17 を参照して、それから、フォトリジストが塗布されたウェハ 44 が、電子ビーム露光装置 100 におけるウェハステージ 46 に載置される。ウェハ 44 は、図 1、図 33 及び図 41 に関連して説明したように、第 1 多軸電子レンズ 16、第 2 多軸電子レンズ 24、第 3 多軸電子レンズ 34 及び第 4 多軸電子レンズ 36 により複数の電子ビームの焦点を、電子ビーム毎に独立に調整する焦点調整工程と、ブランキング電極アレイ 26 により、ウェハ 44 に、複数の電子ビームを照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切替える照射切替工程により、電子ビームをウェハ 44 に対して照射することにより、パターン像が露光され、転写される。
- それから、S14 で露光されたウェハ 44 は、現像液に浸され、現像され、余分なレジストが除去される (S16)。ついで、S18 で、ウェハ上のフォトリジストが除去された領域に存在するシリコン基板、絶縁膜あるいは導電膜が、プラズマを用いた異方性エッチングによりエッチングされる。また S20 で、トランジスタやダイオードなどの半導体素子を形成するために、ウェハに、ホウ素や砒素などの不純物を注入する。また S22 で、熱処理を施し、注入された不純物の活性化を行う。また S24 で、ウェハ上の有機汚染物や金属汚染物を取り除くために、薬液によりウェハ 64 を洗浄する。また、S26 で、導電膜や絶縁膜の成膜を行い、配線層及び配線間の絶縁層を形成する。S12 ~ S26 の工程を組み合わせ、繰り返し行うことによって、ウェハに素子分離領域、素子領域及び配線層を有する半導体素子を製造することが可能となる。S28 で、所要の回路が形成されたウェハを切り出し、チップの組み立てを行う。S30 で半導体素子製造フローが終了する。

以上発明の実施の形態を説明したが、本出願に係る発明の技術的範囲は上記の実施の形態に限定されるものではない。上記実施の形態に種々の変更を加えて、特許請求の範囲に記載の発明を実施することができる。そのような発明が本出願に係る発明の技術的範囲に属することもまた、特許請求の範囲の記載から明らかである。

5

#### 産業上の利用可能性

以上の説明から明らかなように、本発明によれば多軸電子レンズ及び照射切替手段を備えることにより、複数の電子ビームを独立に集束し、独立してウェハに照射するか否かを制御することができる。そのため、複数の電子ビームによるクロスオーバを発生させずに、それぞれ独立して制御可能となるため、スループットを大幅に向上することができる。

10

## 請 求 の 範 囲

1. 複数の電子ビームにより、ウェハを露光する電子ビーム露光装置であって、複数の開口部を有する略平行に配置された複数のレンズ部磁性導体部、及び当該
- 5 複数のレンズ部磁性導体部の間に設けられ、複数の貫通部を有する非磁性導体部を有し、前記複数の開口部と、前記複数の貫通部が、前記複数のビームを通過させる複数のレンズ開口部を形成する多軸電子レンズを備えたことを特徴とする電子ビーム露光装置。
2. 前記多軸電子レンズは、前記レンズ部磁性導体部の周囲に設けられ、磁界を発生するコイルと、前記コイルの周囲に設けられたコイル部磁性導体部とを含む
- 10 コイル部を更に有することを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光装置。
3. 前記コイル部磁性導体部と、前記複数のレンズ部磁性導体部とはそれぞれ異なる透磁率を有する材料により形成されることを特徴とする請求項2記載の電子ビーム露光装置。
- 15 4. 前記複数の電子ビームを発生する複数の電子銃と、  
前記電子銃に電氣的に接続され、前記複数の電子銃に対して異なる電圧を印加する電圧制御手段と  
を更に備えたことを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光装置。
5. 前記電圧制御手段は、前記多軸電子レンズにより前記複数の電子ビームが
- 20 受ける磁場強度に応じて、前記複数の電子銃に対して異なる電圧を印加する手段を有することを特徴とする請求項4記載の電子ビーム露光装置。
6. 前記電圧制御手段は、前記ウェハに照射される前記複数の電子ビームの断面に含まれる辺が、略平行になるように前記複数の電子銃に異なる電圧を印加する手段を有することを特徴とする請求項4記載の電子ビーム露光装置。
- 25 7. 前記電圧制御手段は、前記ウェハに照射される前記複数の電子ビームの焦点位置が等しくなるように前記複数の電子銃に異なる電圧を印加する手段を有することを特徴とする請求項4記載の電子ビーム露光装置。

8. 前記電圧制御手段は、  
所定の電圧を生成する手段と、

前記所定の電圧を昇圧又は降圧して、前記複数の電子銃に異なる電圧を印加する手段と

5 を有することを特徴とする請求項 4 記載の電子ビーム露光装置。

9. 前記電子ビームの断面を縮小する多軸電子レンズを少なくとも一段更に備えることを特徴とする請求項 1 記載の電子ビーム露光装置。

10. 前記複数の電子ビームを成形する複数の第 1 成形開口部を含む第 1 成形部材と、

10 前記第 1 成形部材を通過した前記複数の電子ビームを独立に偏向する第 1 成形偏向手段と、

前記第 1 成形偏向部を通過した前記複数の電子ビームを、所望の形状に成形する複数の第 2 成形開口部を含む第 2 成形部材と

15 を有する電子ビーム成形手段を更に備えたことを特徴とする請求項 1 記載の電子ビーム露光装置。

11. 前記第 1 成形偏向部で偏向された前記複数の電子ビームを、独立に、且つ前記ウェハにおいて前記電子ビームが照射される面に対して略垂直方向に偏向する第 2 成形偏向部を更に備え、

20 前記成形手段は、前記第 2 成形偏向部で偏向された前記複数の電子ビームが、前記第 2 成形部材を通過することにより所望の形状に成形することを特徴とする請求項 10 記載の電子ビーム露光装置。

12. 前記第 2 成形部材は、前記第 1 成形偏向部および前記第 2 成形偏向部が各々の前記電子ビームを偏向し、前記第 2 成形部材に照射する領域である成形部材照射領域を有し、

25 前記第 2 成形部材は、前記成形部材照射領域において、前記第 2 成形開口部および前記第 2 成形開口部と異なる形状を有する開口部を有することを特徴とする請求項 10 記載の電子ビーム露光装置。

13. 前記複数の電子ビームを発生する複数の電子銃と、  
発生した前記複数の電子ビームを独立に集束して前記第1成形部材に照射する多  
軸電子レンズと  
を更に備え、
- 5 前記第1成形部材は、前記多軸電子レンズを通過した前記電子ビームを分割する  
ことを特徴とする請求項10記載の電子ビーム露光装置。
14. 前記多軸電子レンズを複数段備えたことを特徴とする請求項1記載の電  
子ビーム露光装置。
15. 複数の電子ビームを独立に集束する電子レンズであって、  
10 複数の開口部を有する略平行に配置された複数の磁性導体部と、  
前記複数の磁性導体部の間に設けられ、複数の貫通部を有する非磁性導体部とを  
備え、  
前記複数の開口部と、前記複数の貫通部が、前記複数のビームを通過させる複数の  
レンズ開口部を形成することを特徴とする電子レンズ。
- 15 16. ウェハに半導体素子を製造する半導体素子製造方法であって、  
複数の開口部を有する略平行に配置された複数の磁性導体部を有し、前記複数の  
磁性導体部にそれぞれ含まれる開口部が、前記複数の電子ビームを通過させる  
複数のレンズ開口部を形成する多軸電子レンズを用いて、前記複数の電子ビーム  
の焦点調整を独立に行う焦点調整工程と、
- 20 前記ウェハに、前記複数の電子ビームを照射して、前記ウェハにパターンを露  
光する工程と  
を備えることを特徴とする半導体素子製造方法。

図 1

1/49

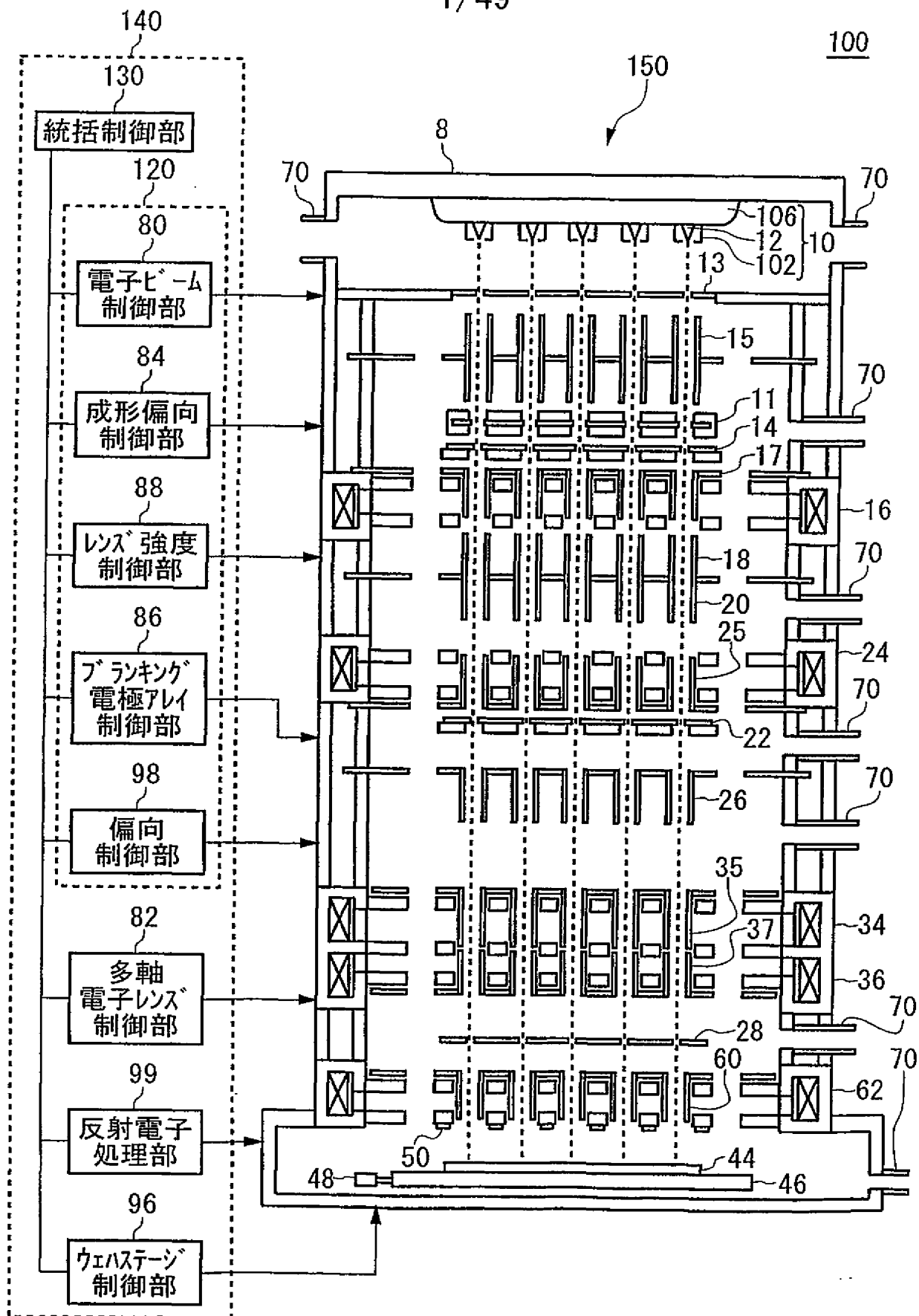


図 2

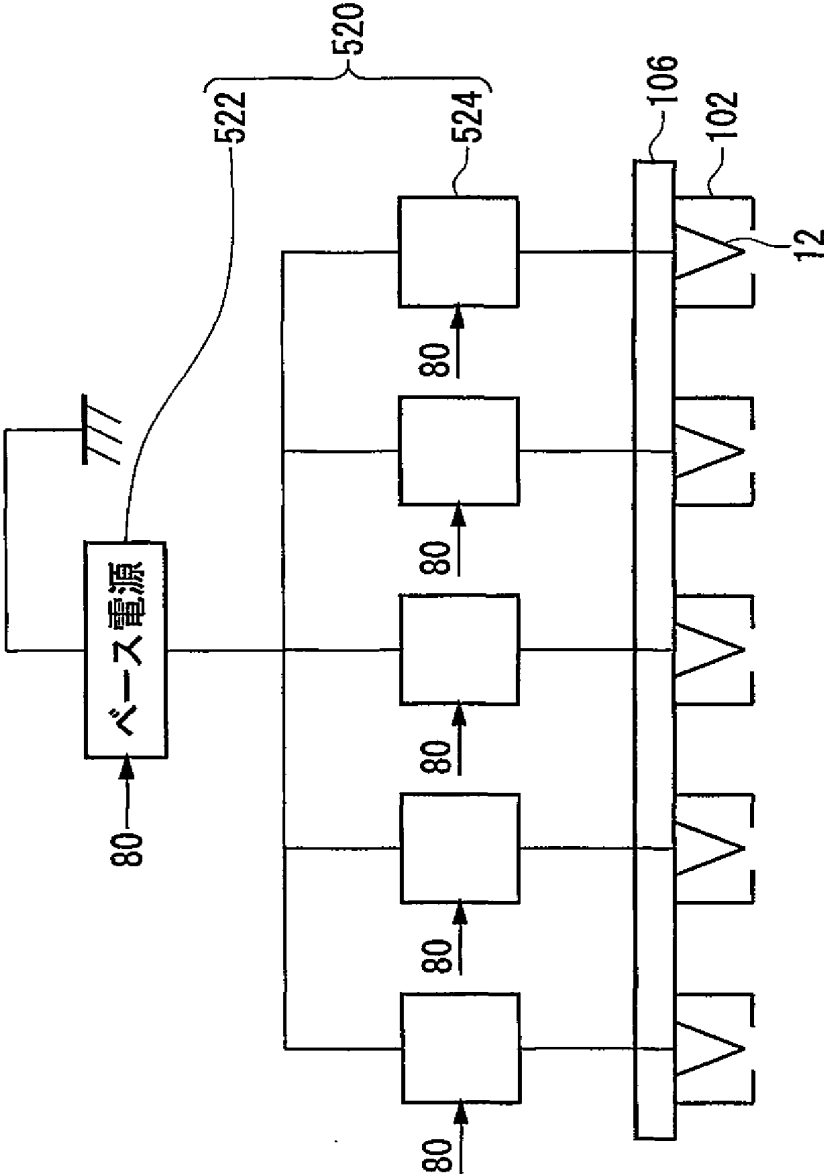


図 3

3/49

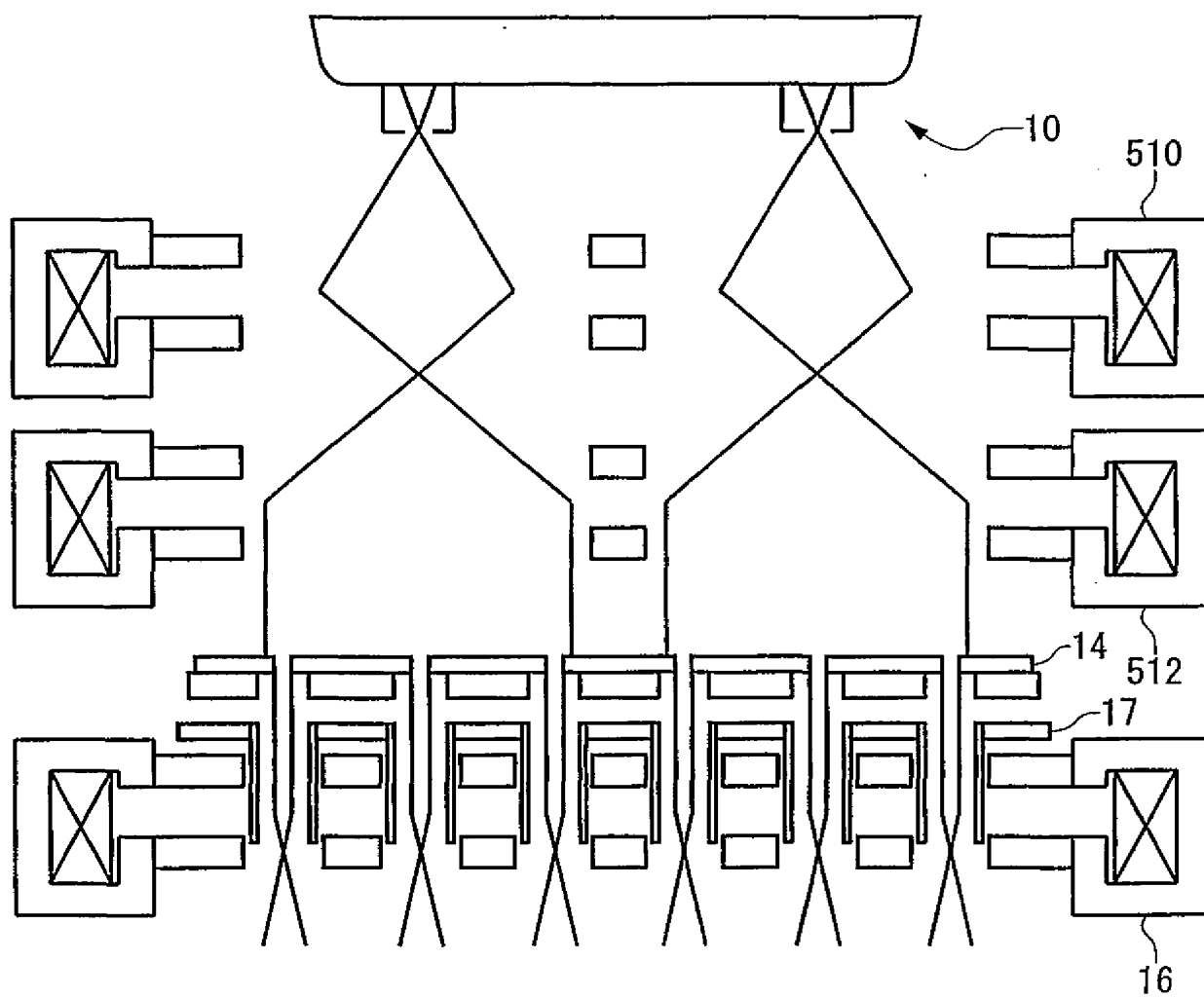


図 4

4/49

26

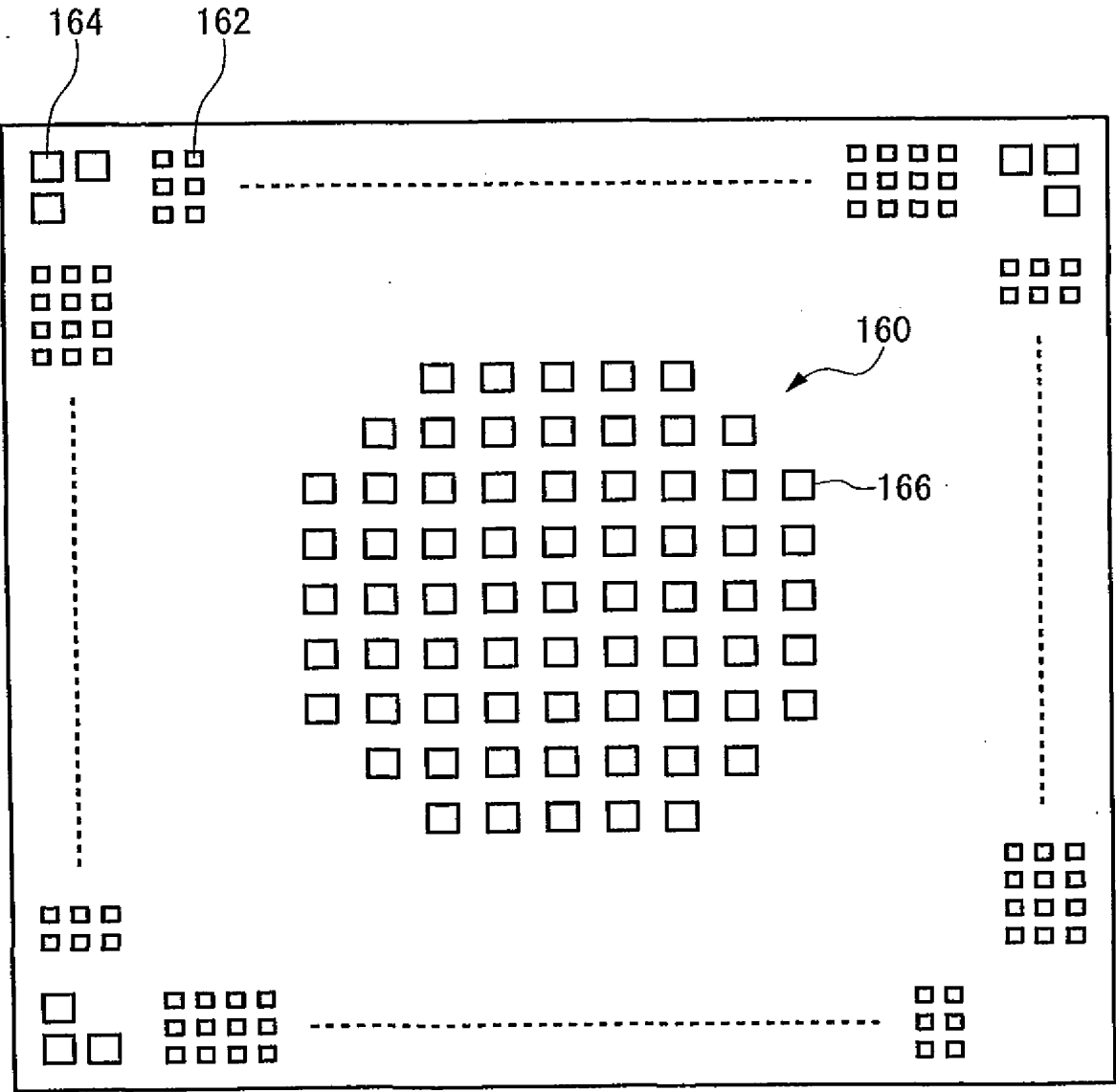


図 5

5/49

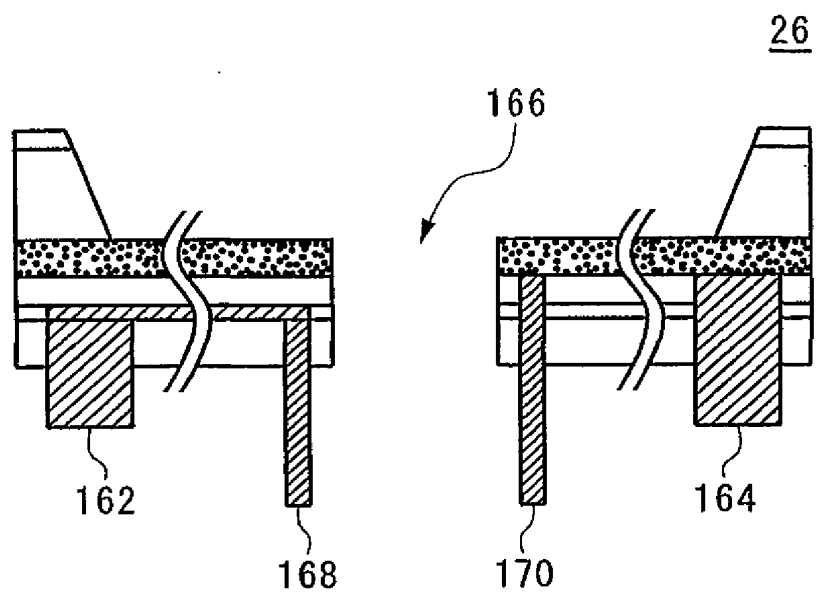


図 6

6/49

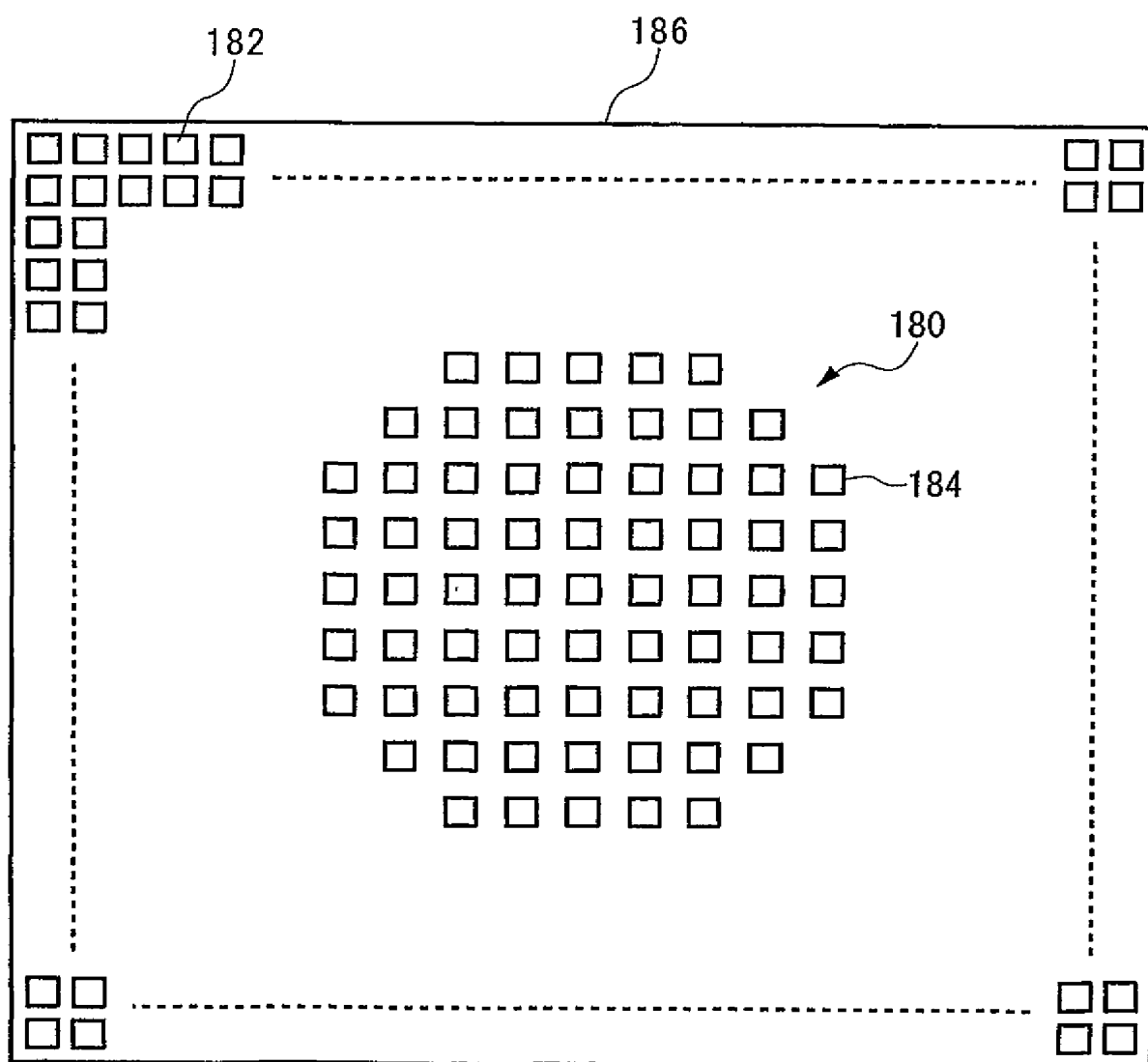
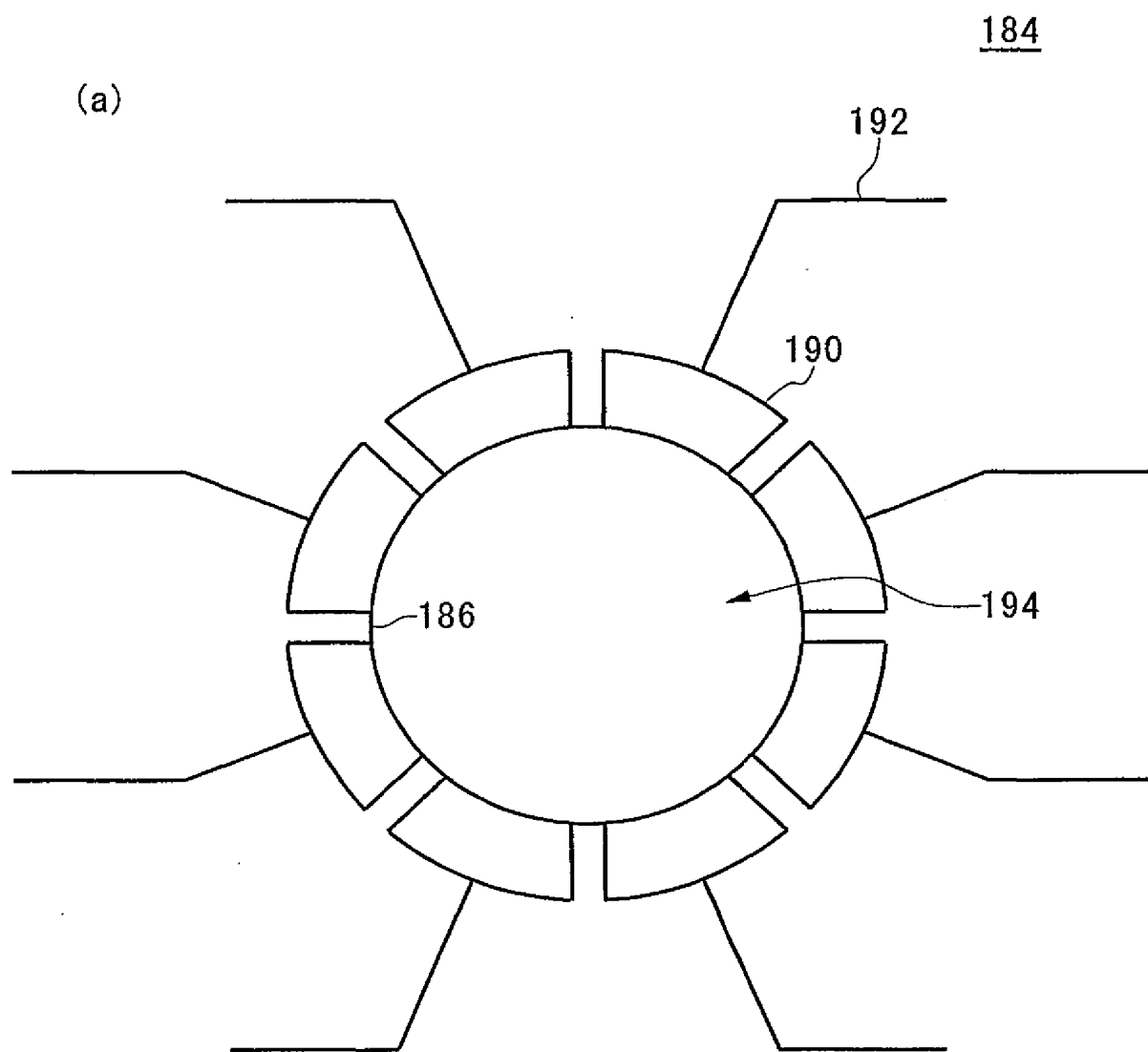
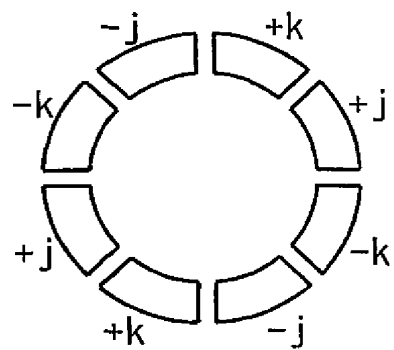
18

図 7

7/49



(b)



(c)

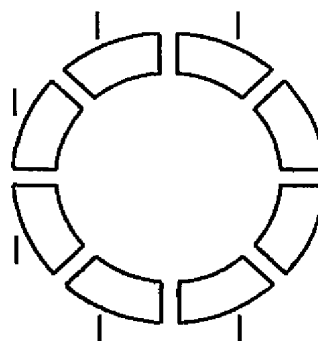


図 8

8/49

16

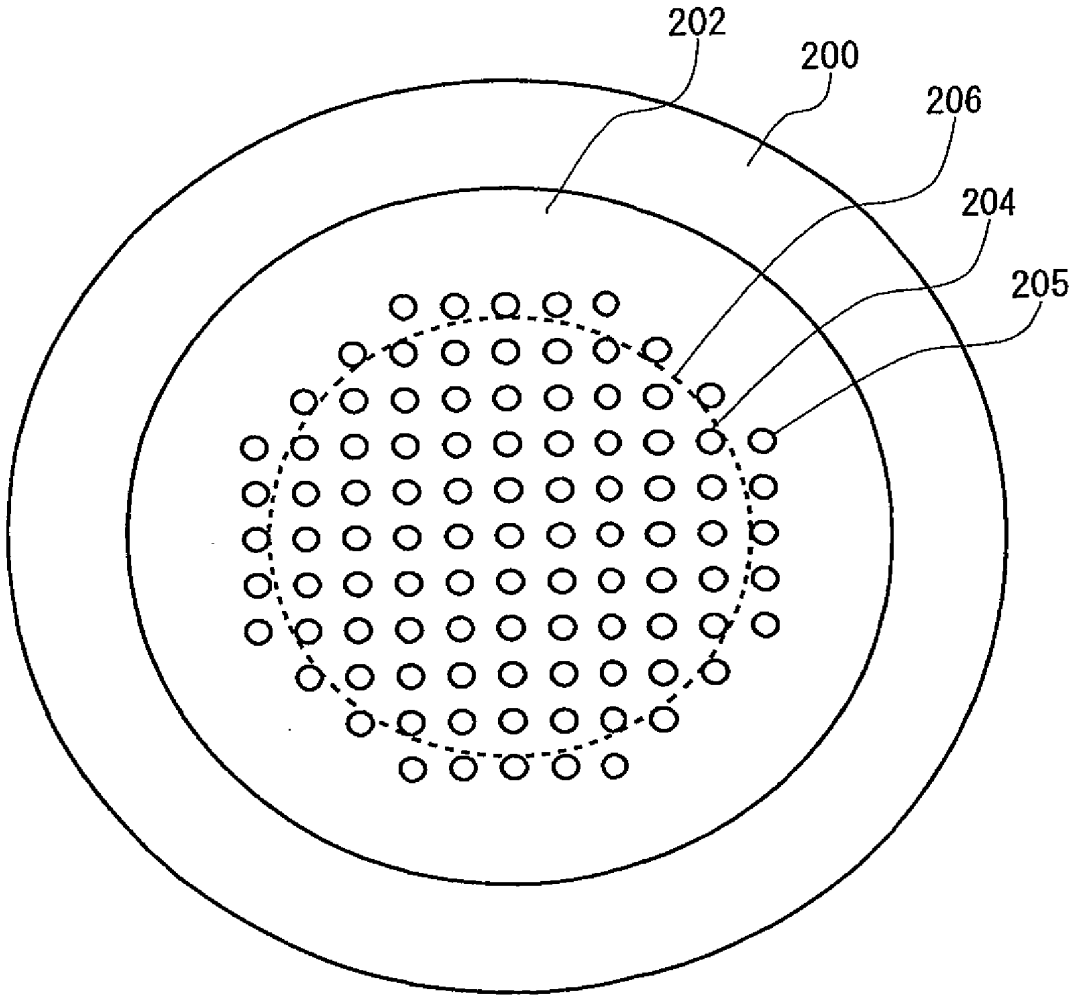


図 9

9/49

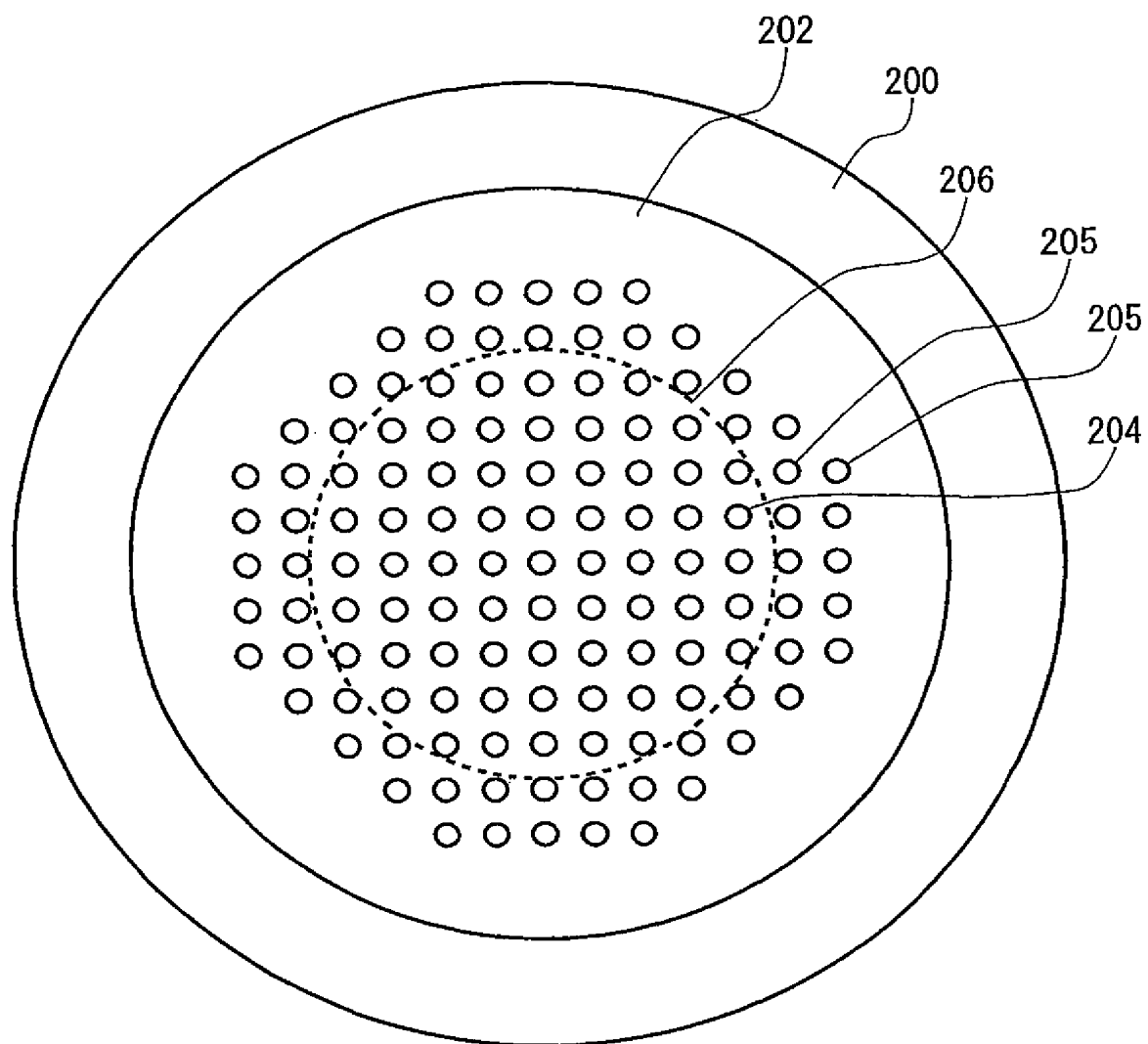
16

図 10

10/49

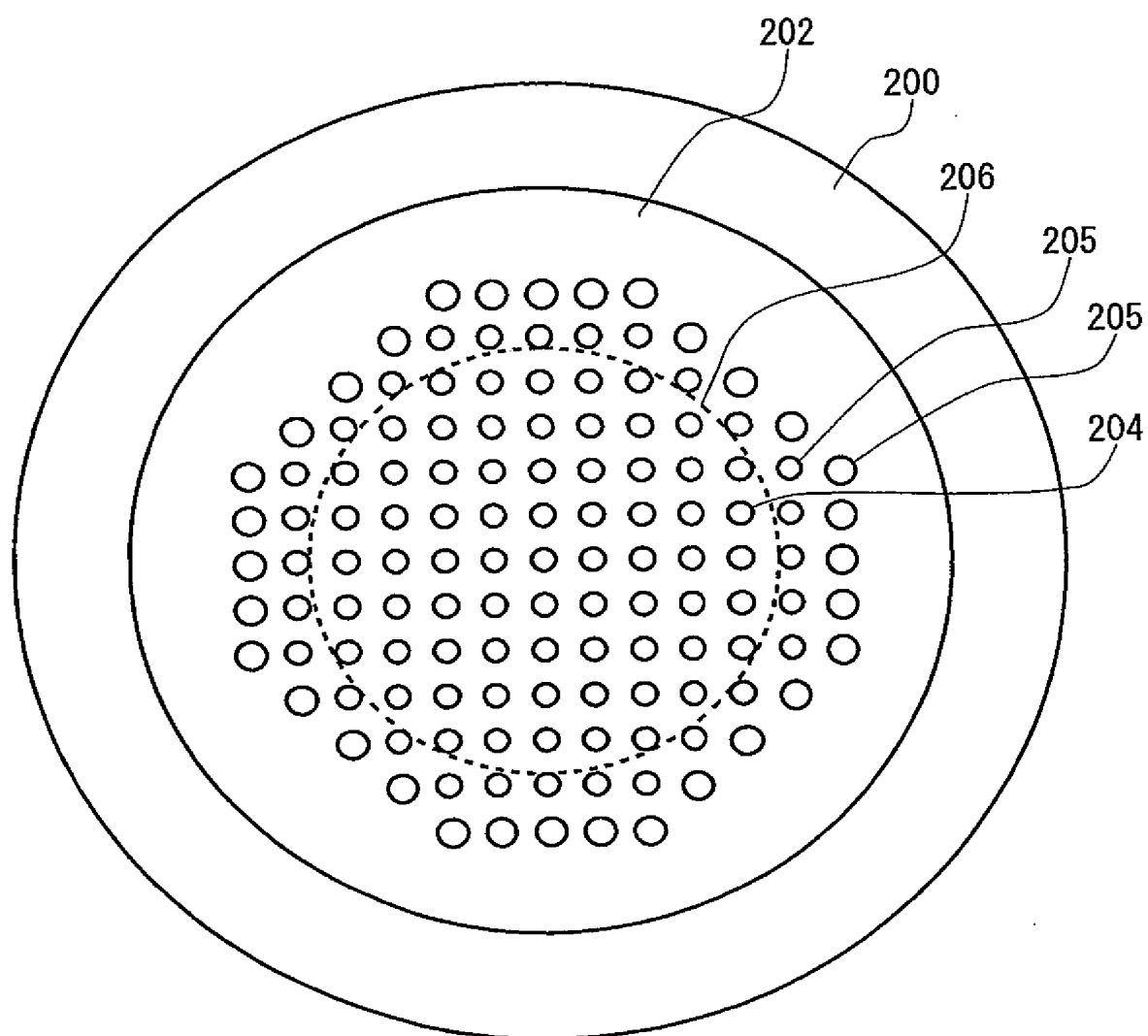
16

図 11

11/49

16

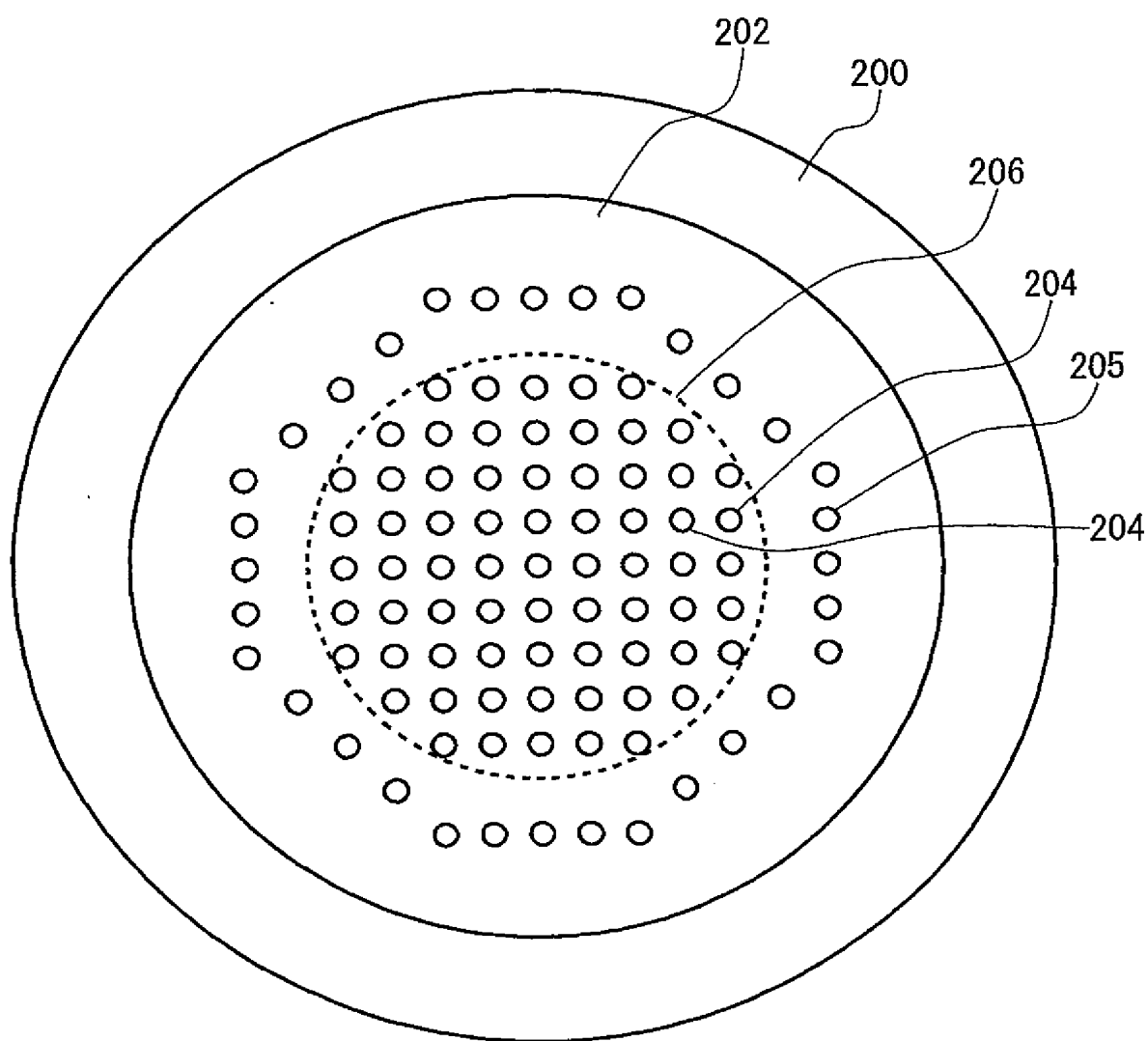
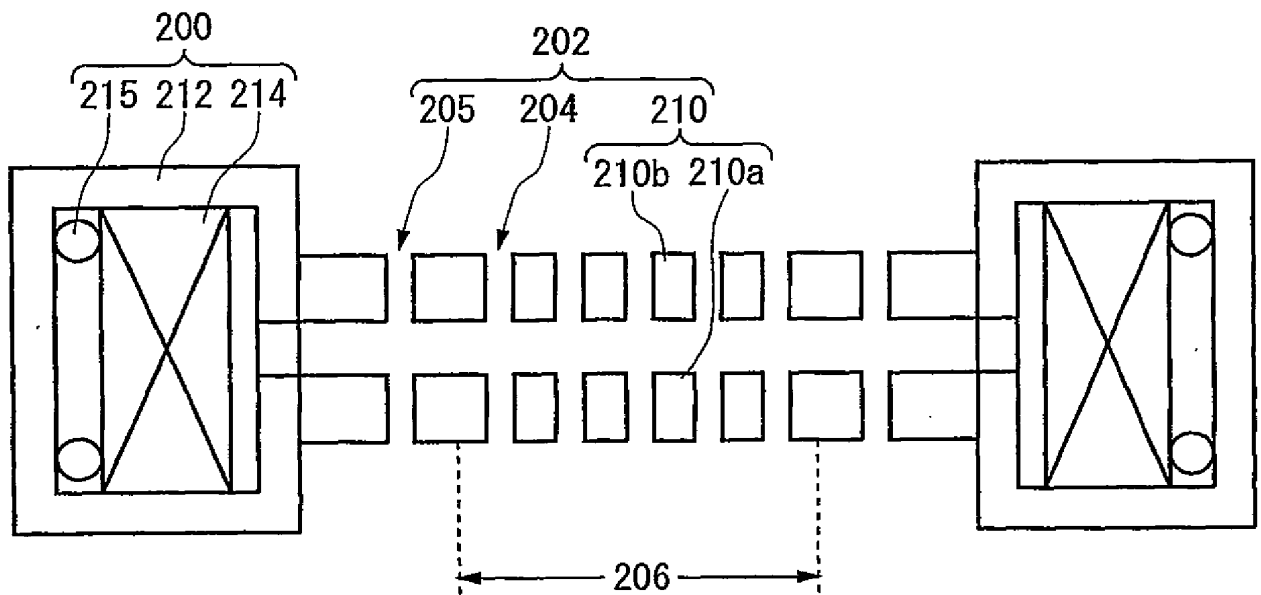


図 1 2

12/49

(a)



(b)

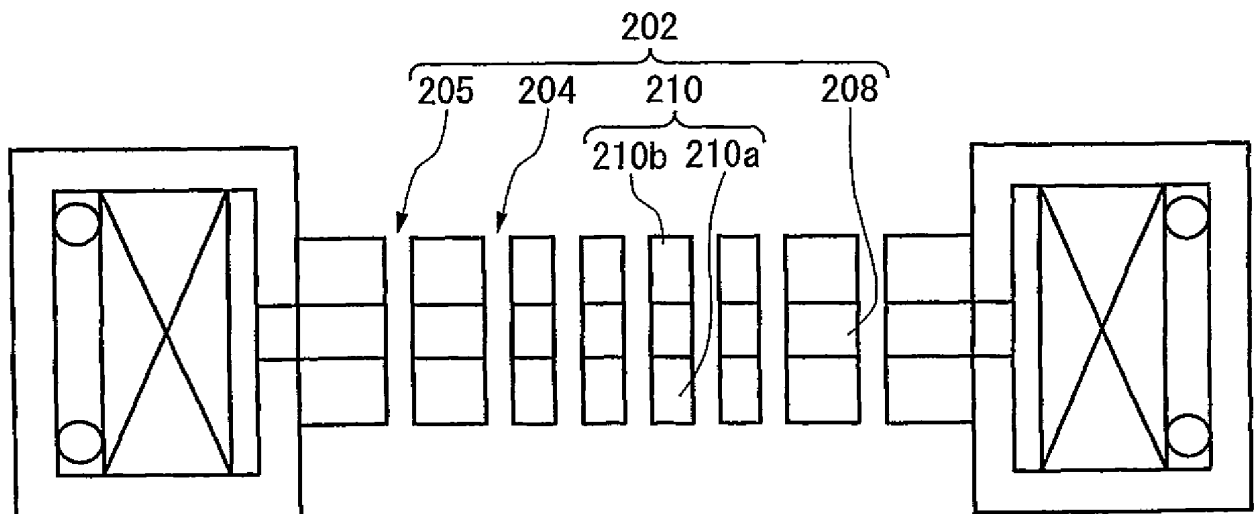


図 13

13/49

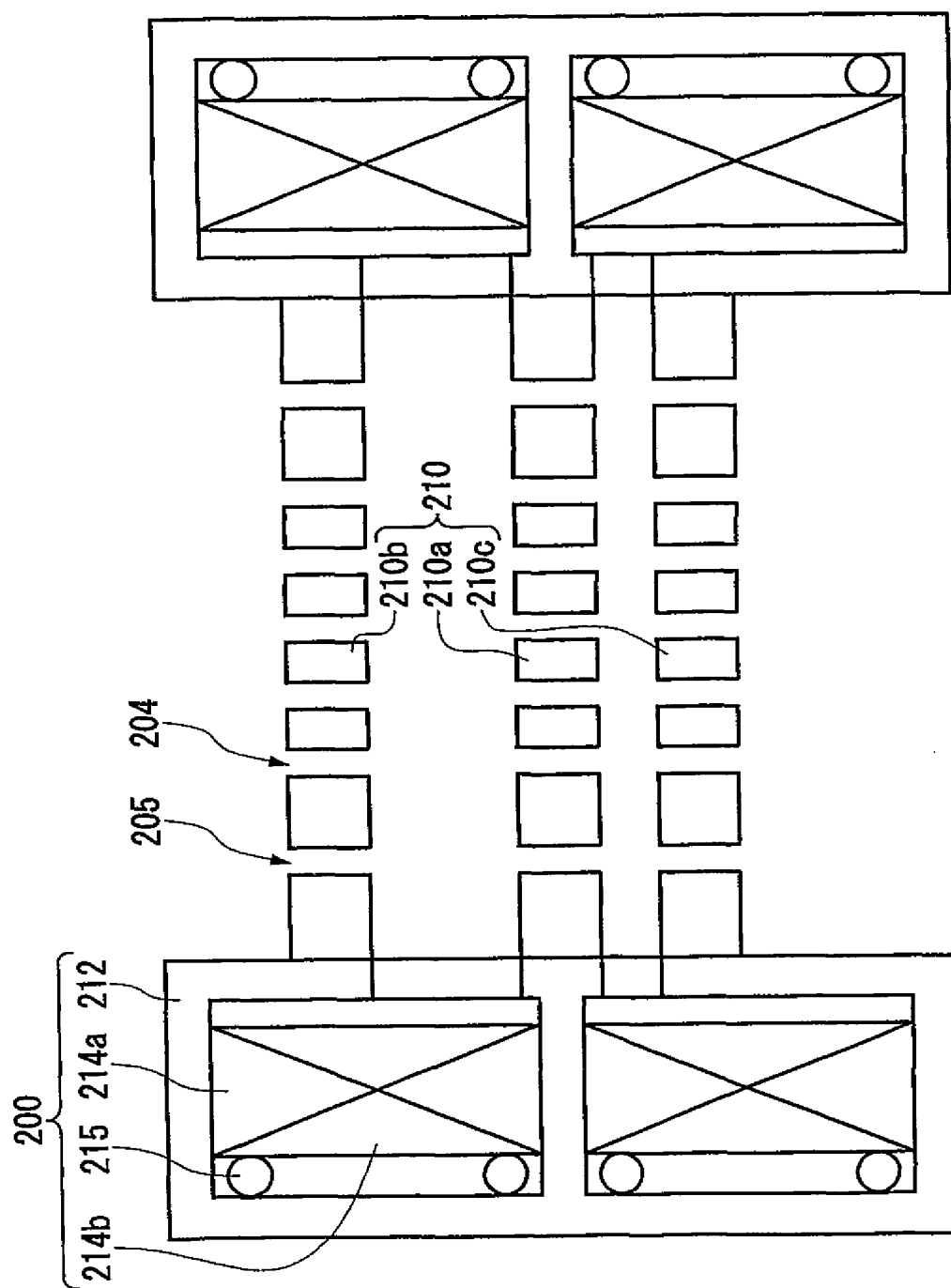
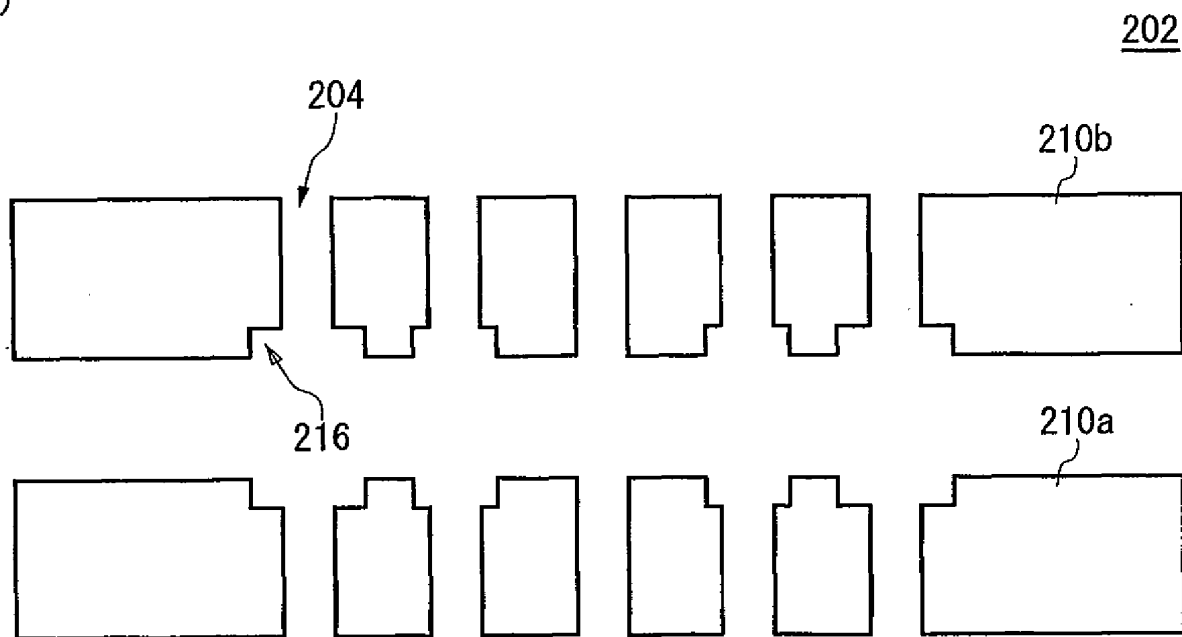


図 1 4

14/49

(a)



(b)

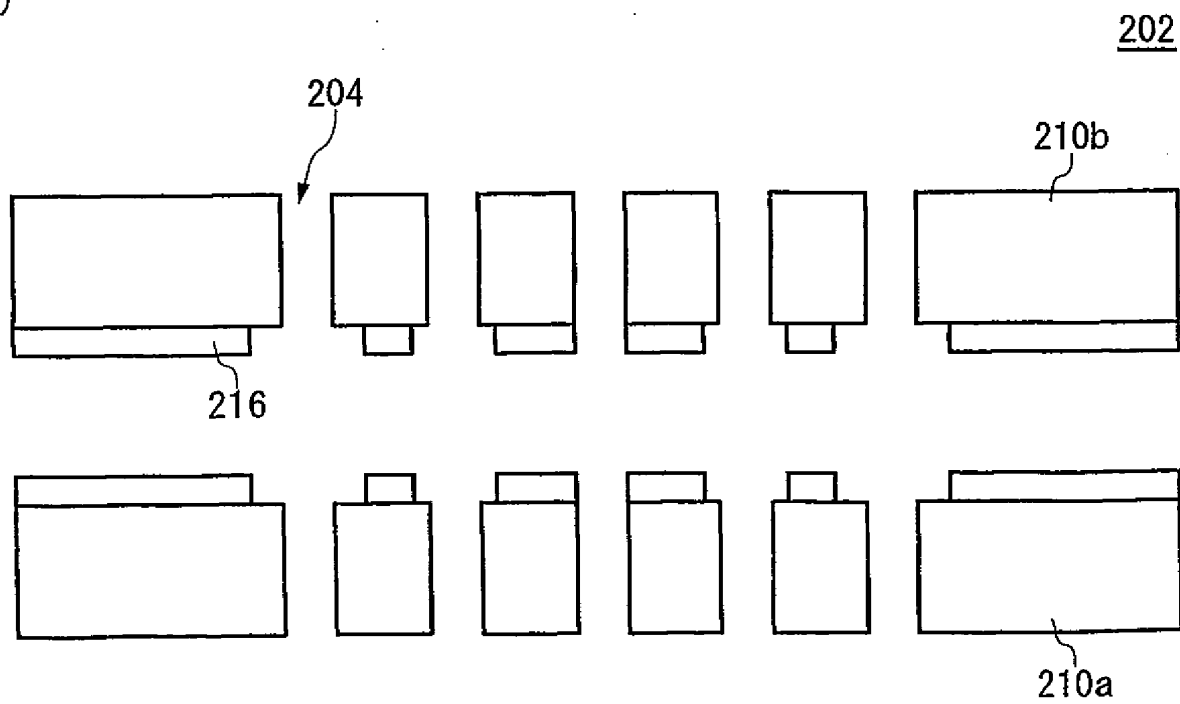
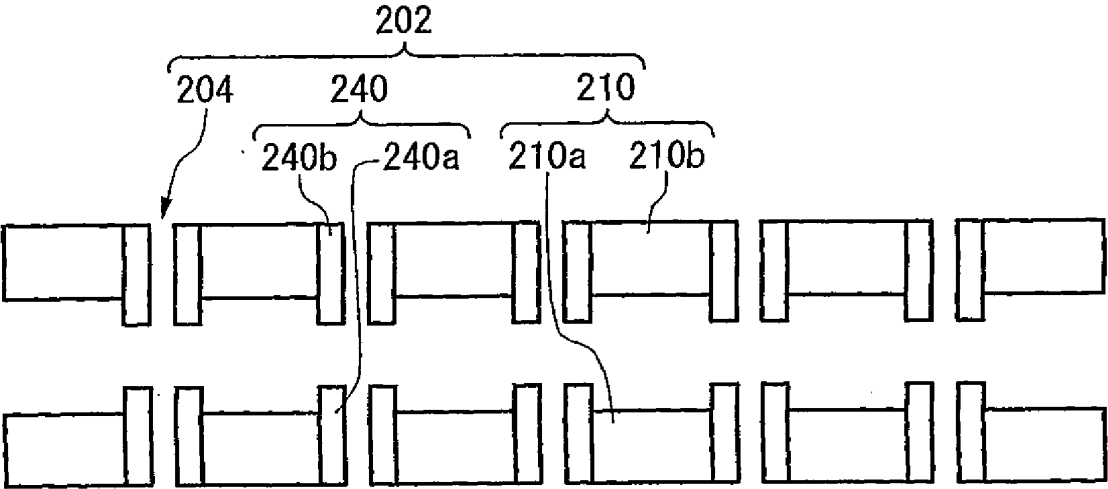
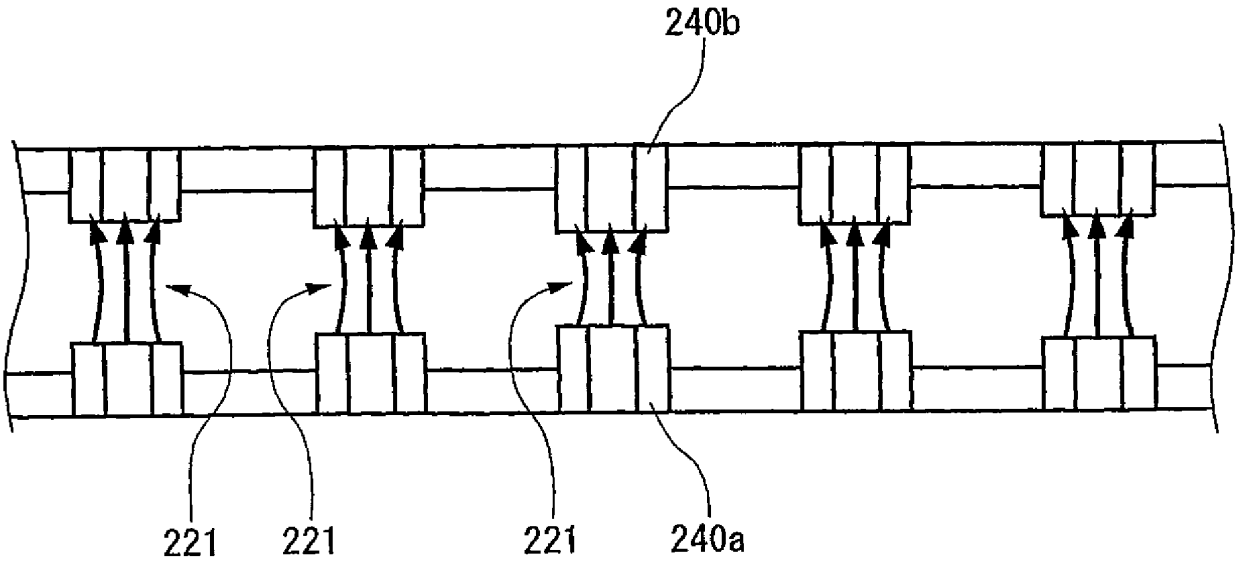


図 15



(a)

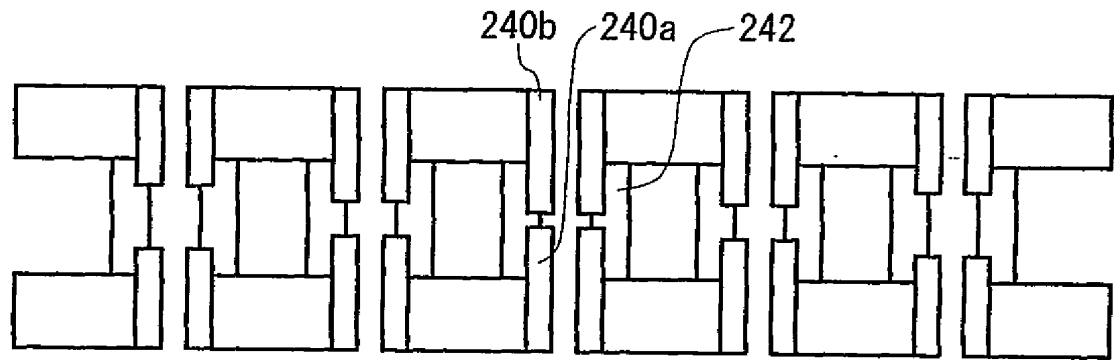


(b)

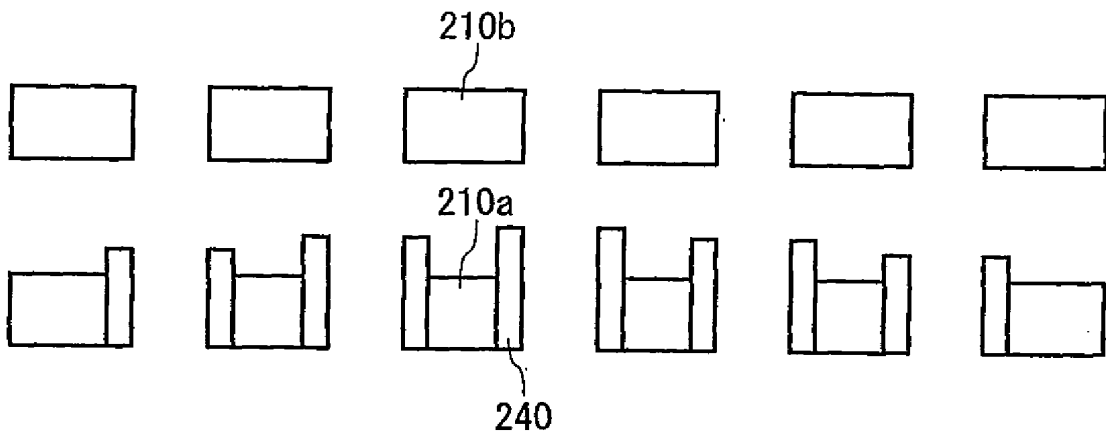
図 1 6

16/49

(a)



(b)



(c)

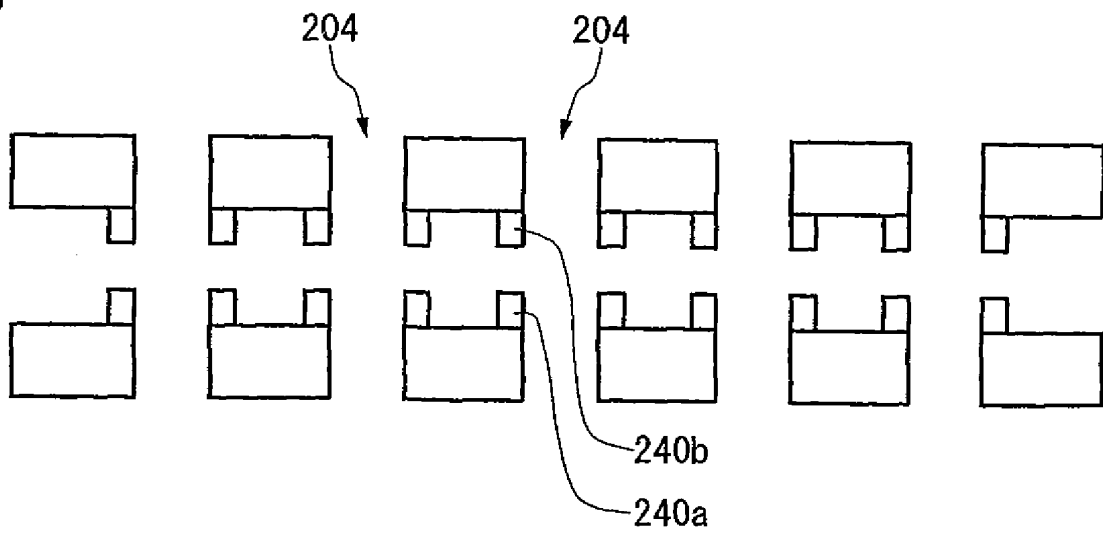
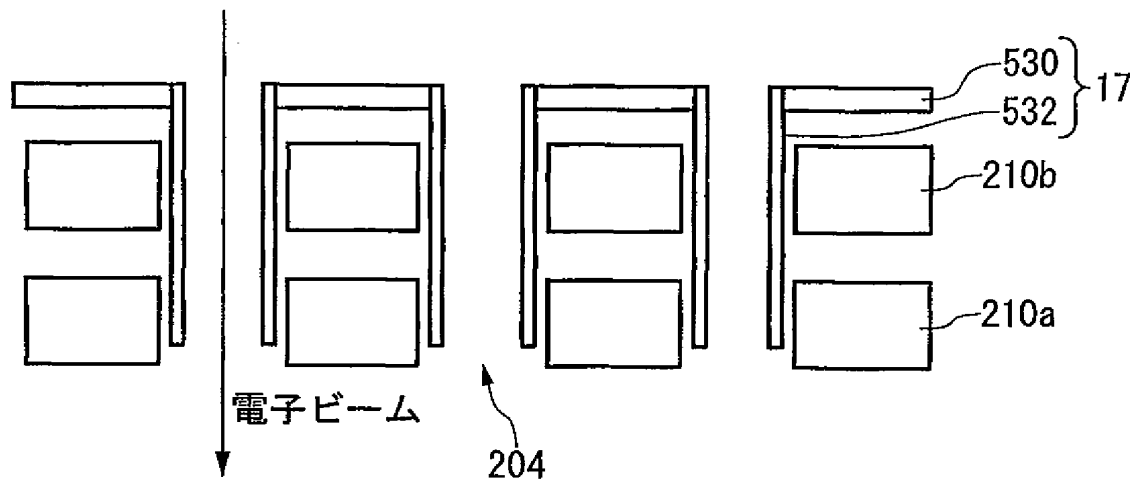


図 17

17/49

(a)



(b)

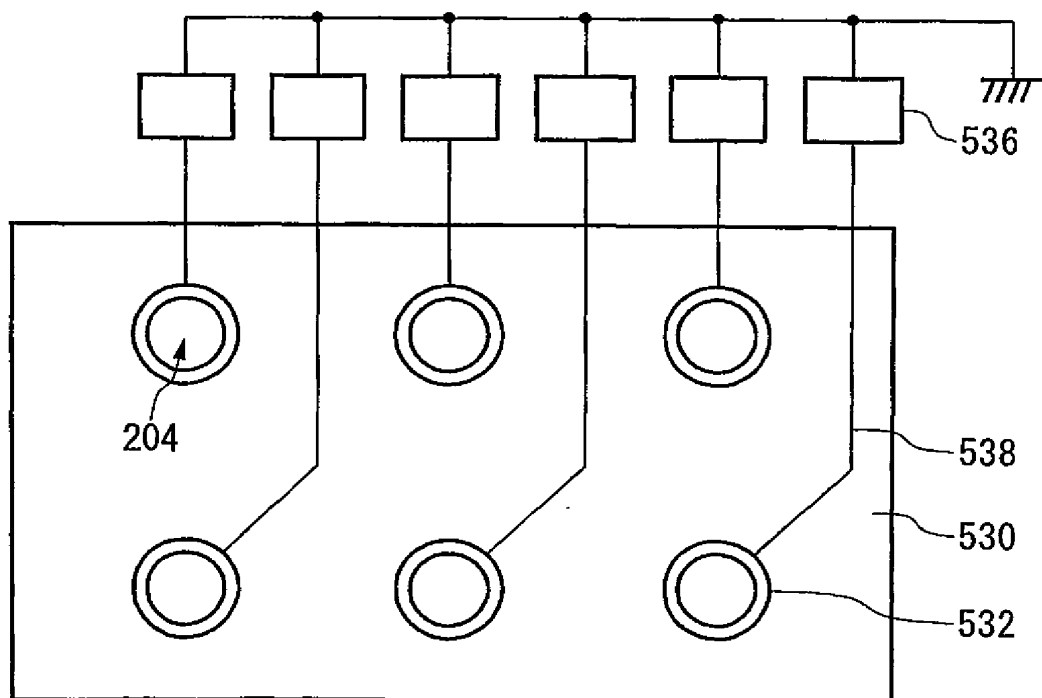
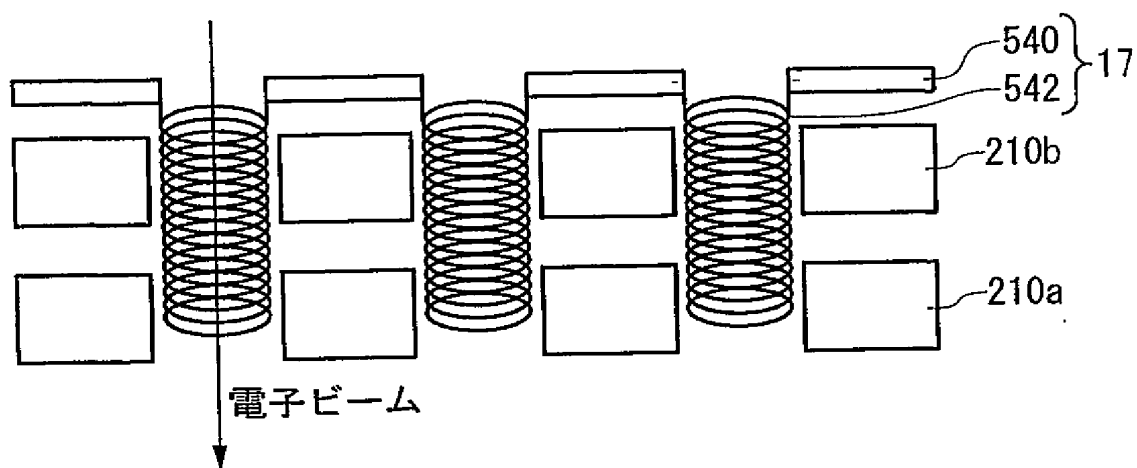


図 18

18/49

(a)



(b)

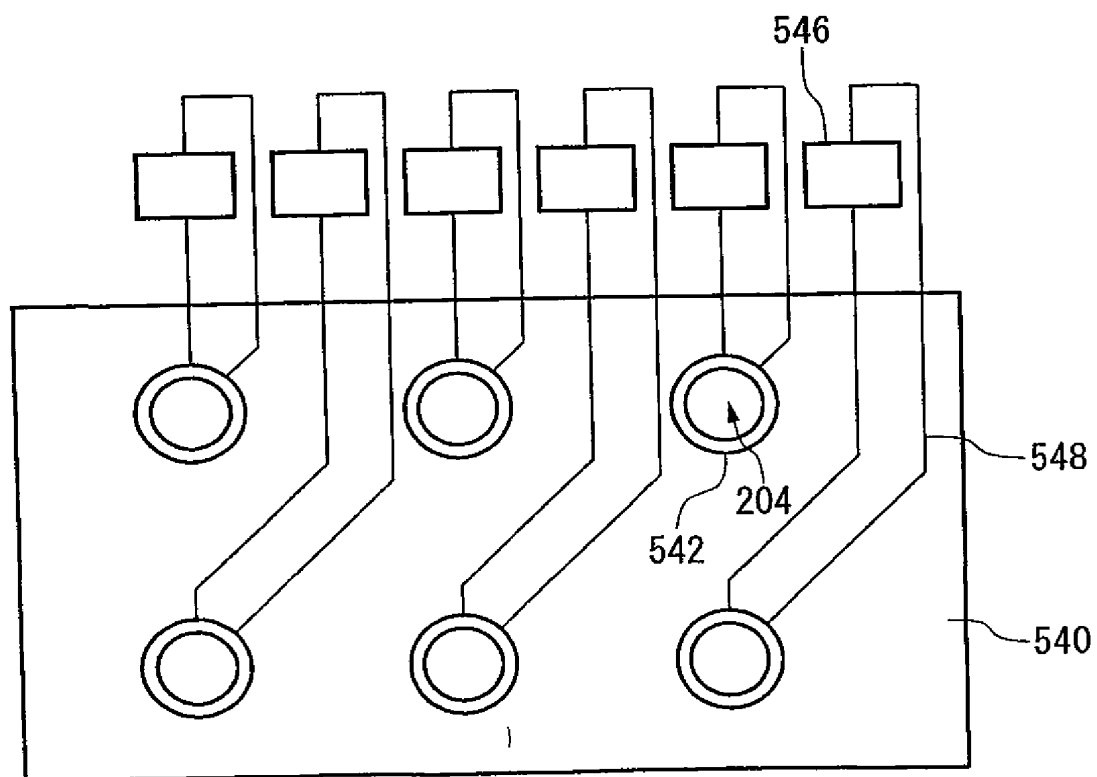
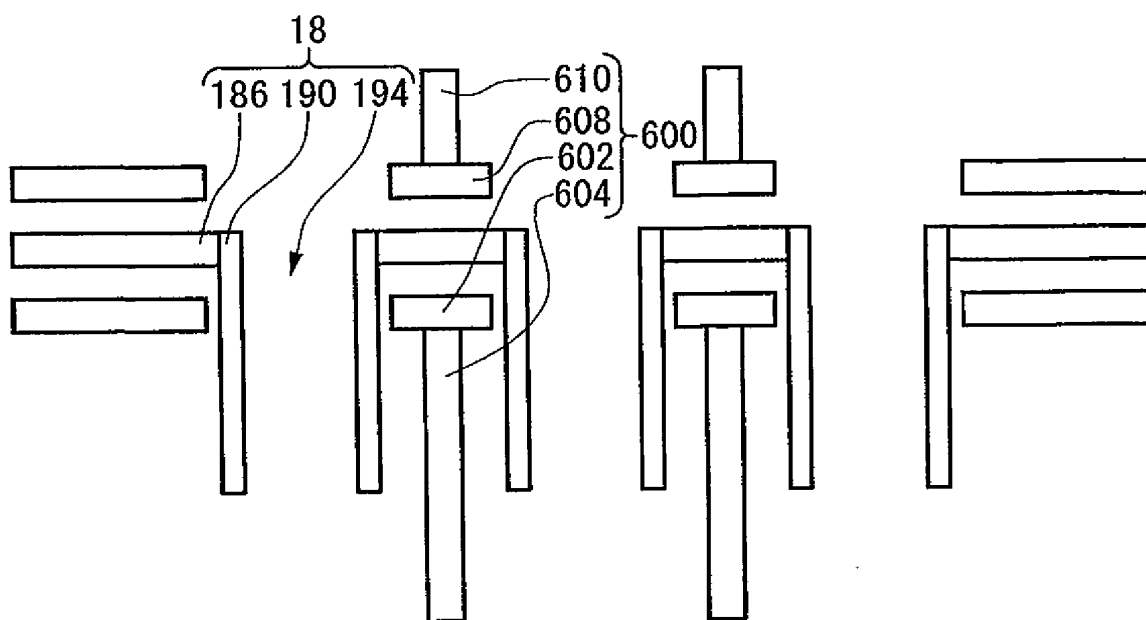
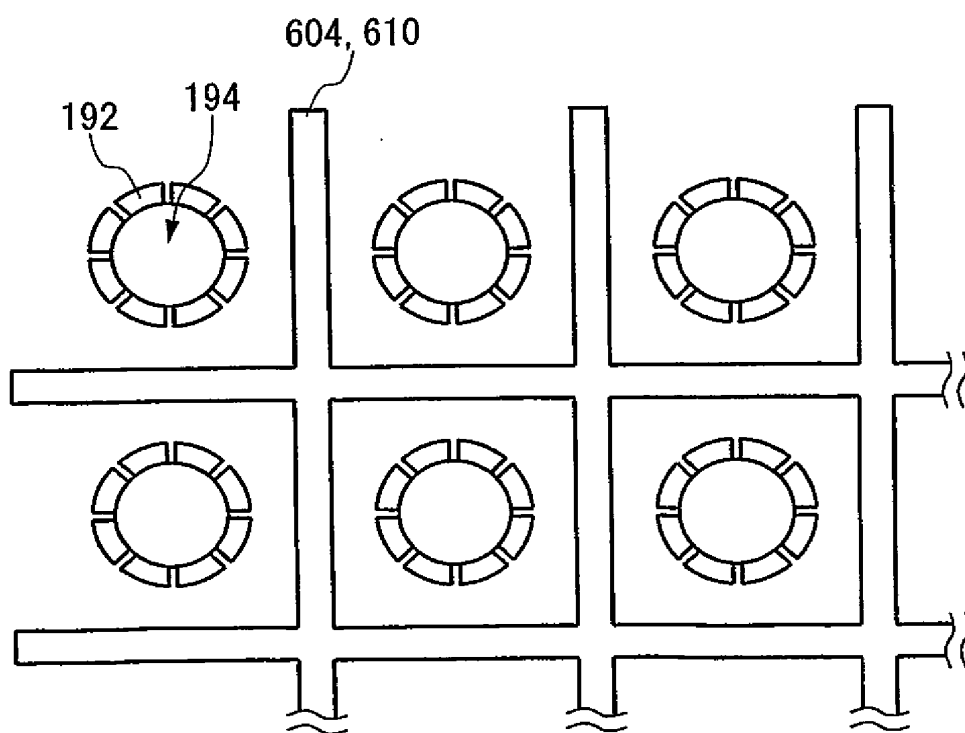


図 19

19/49



(a)



(b)

図 20

20/49

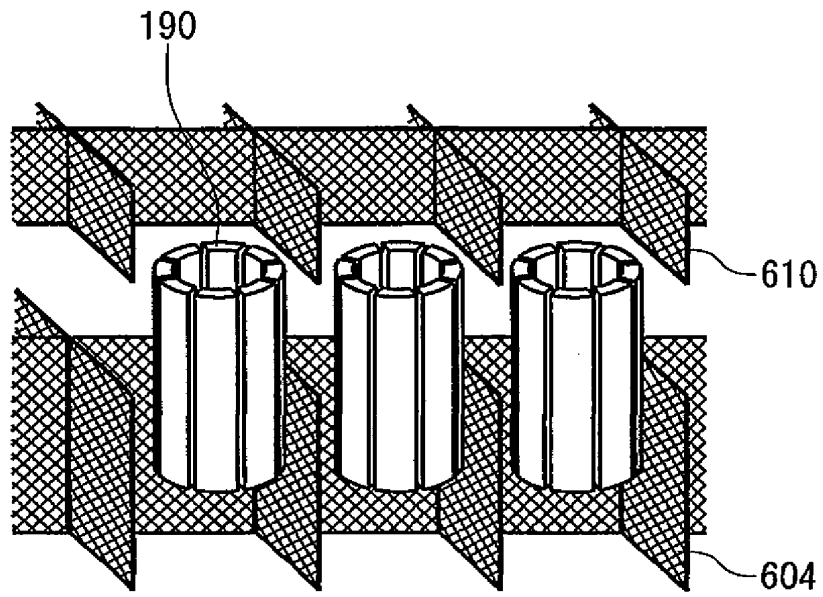
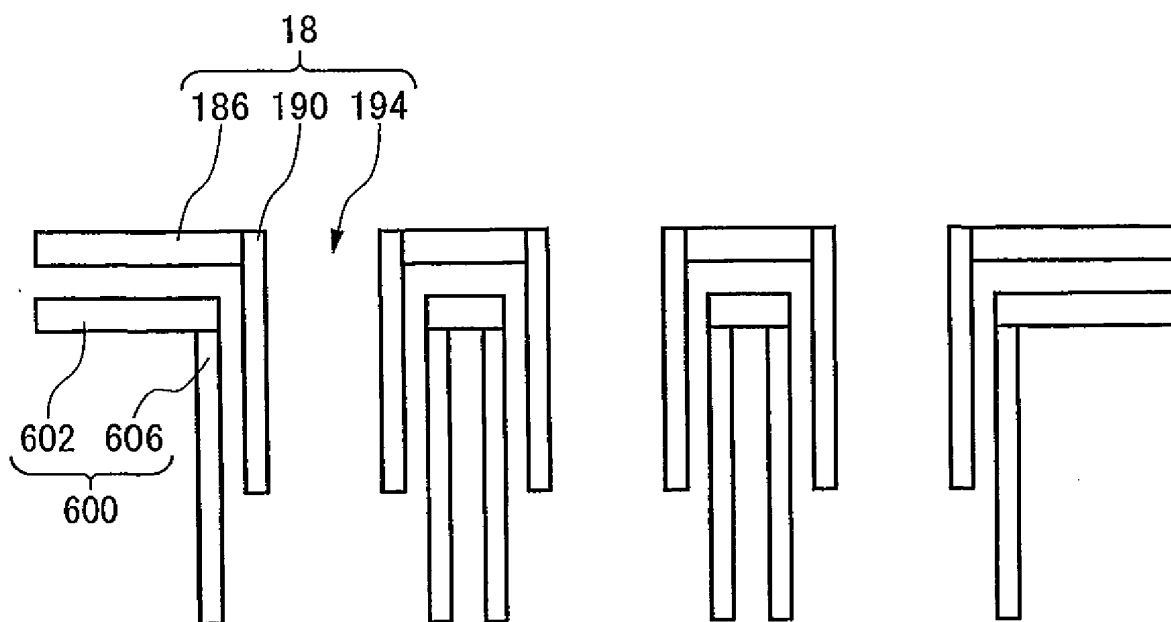
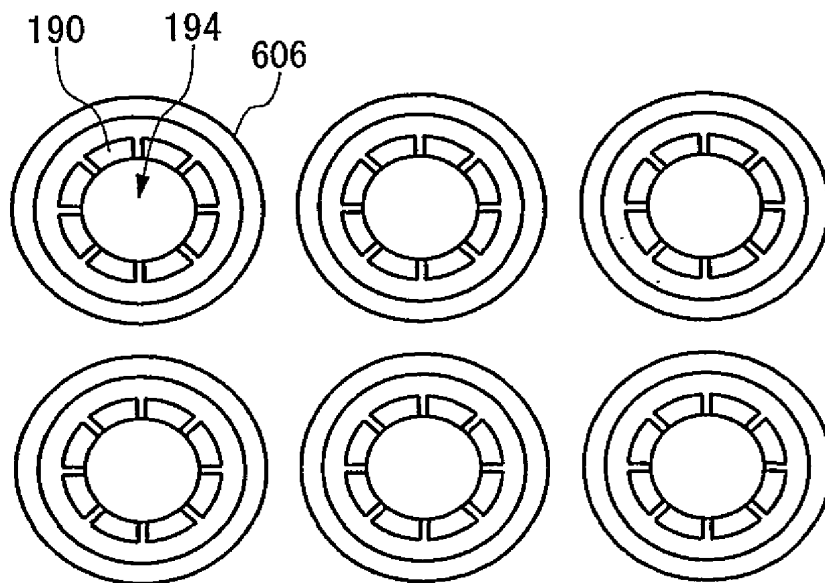


図 2 1

21/49



(a)



(b)

図 2 2

22/49

18

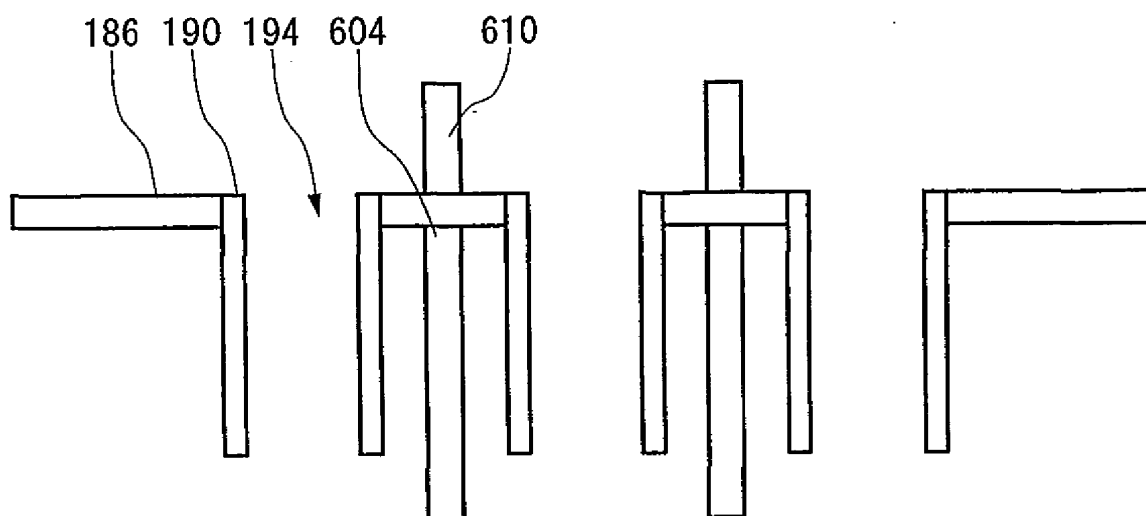


図 2 3

23/49

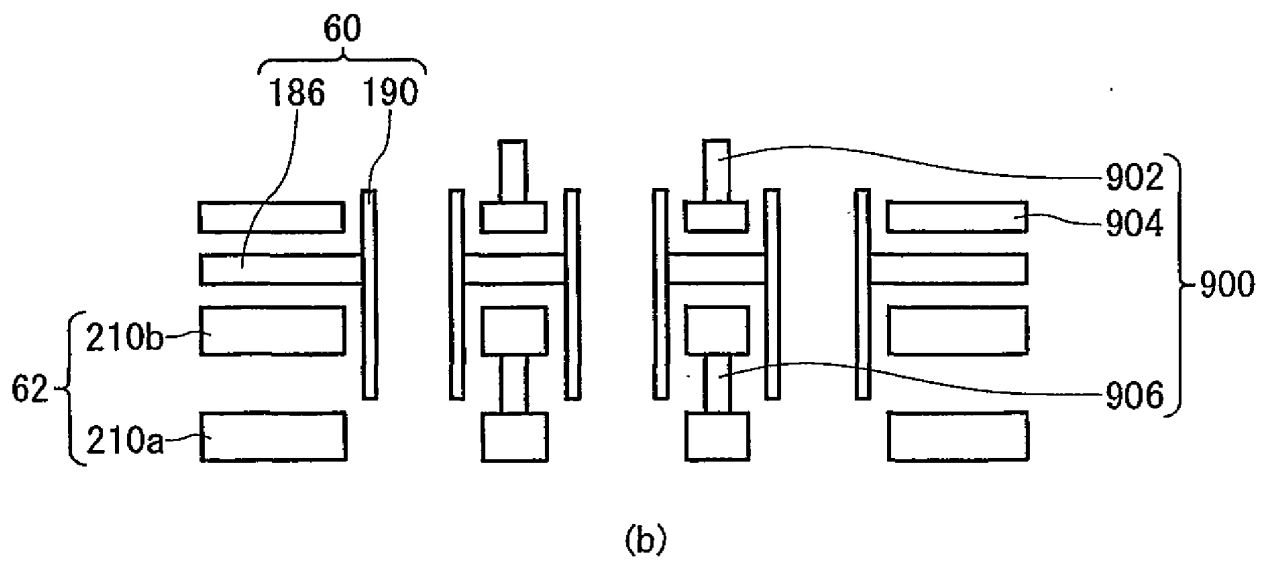
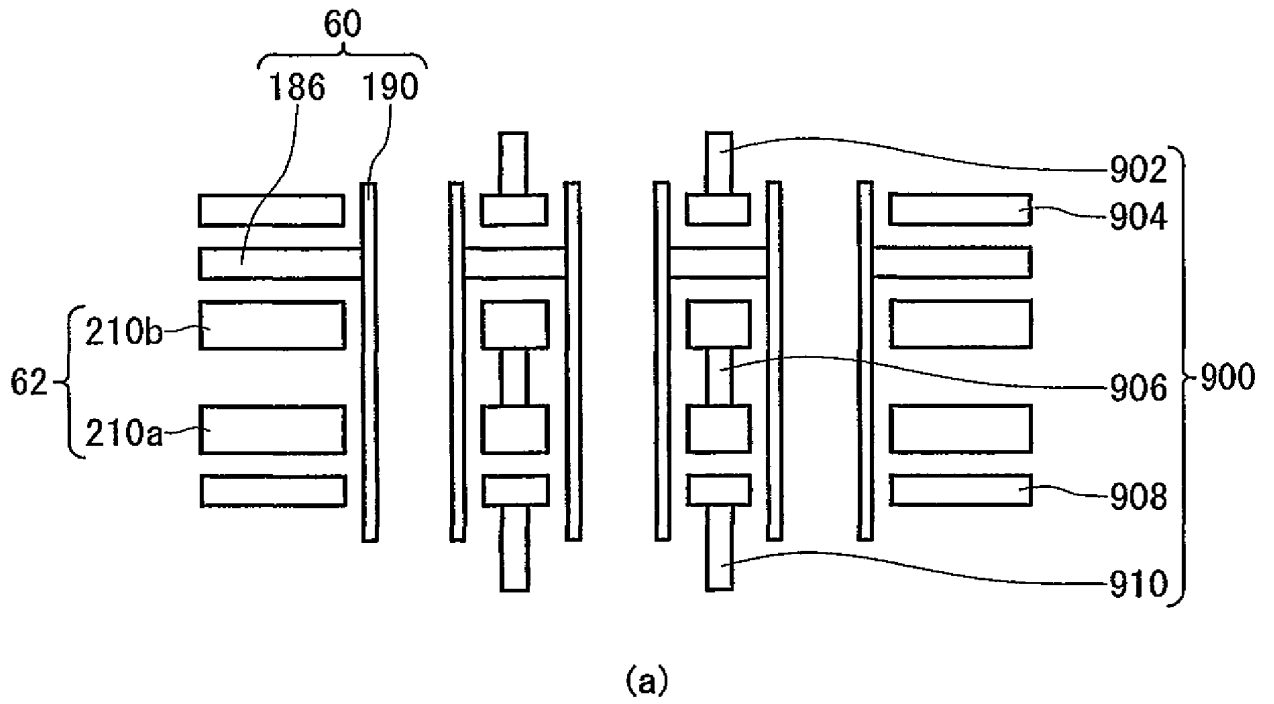


図 2 4

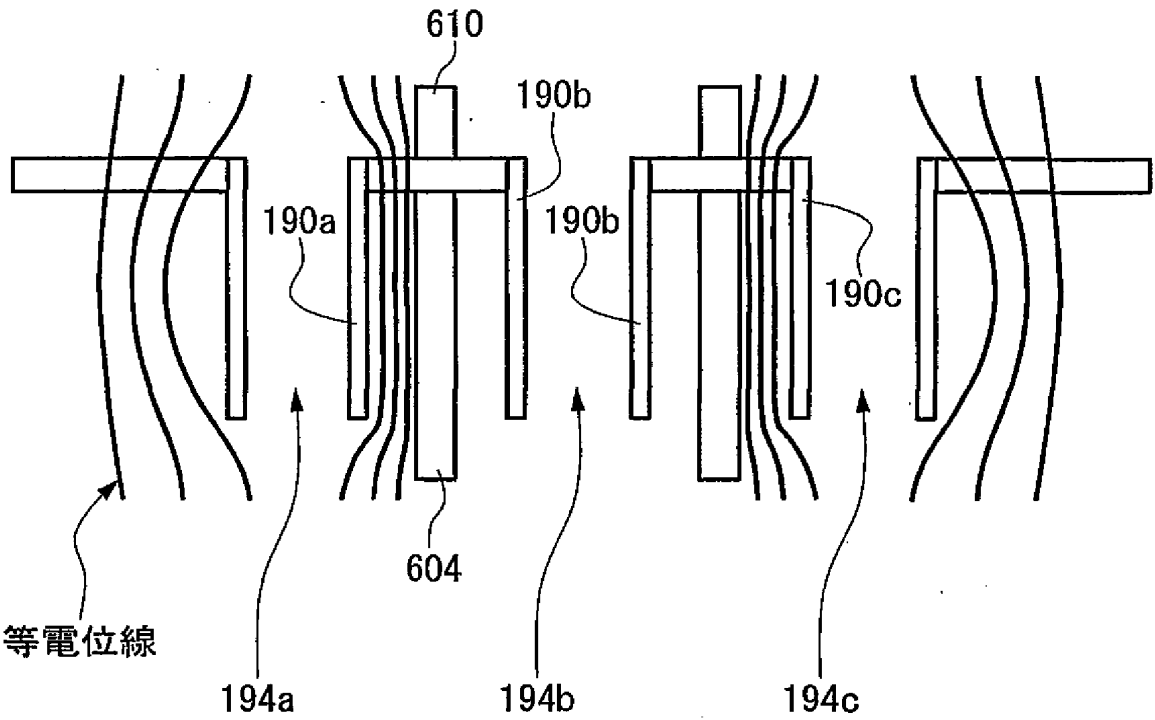


図 25

25/49

14, 22

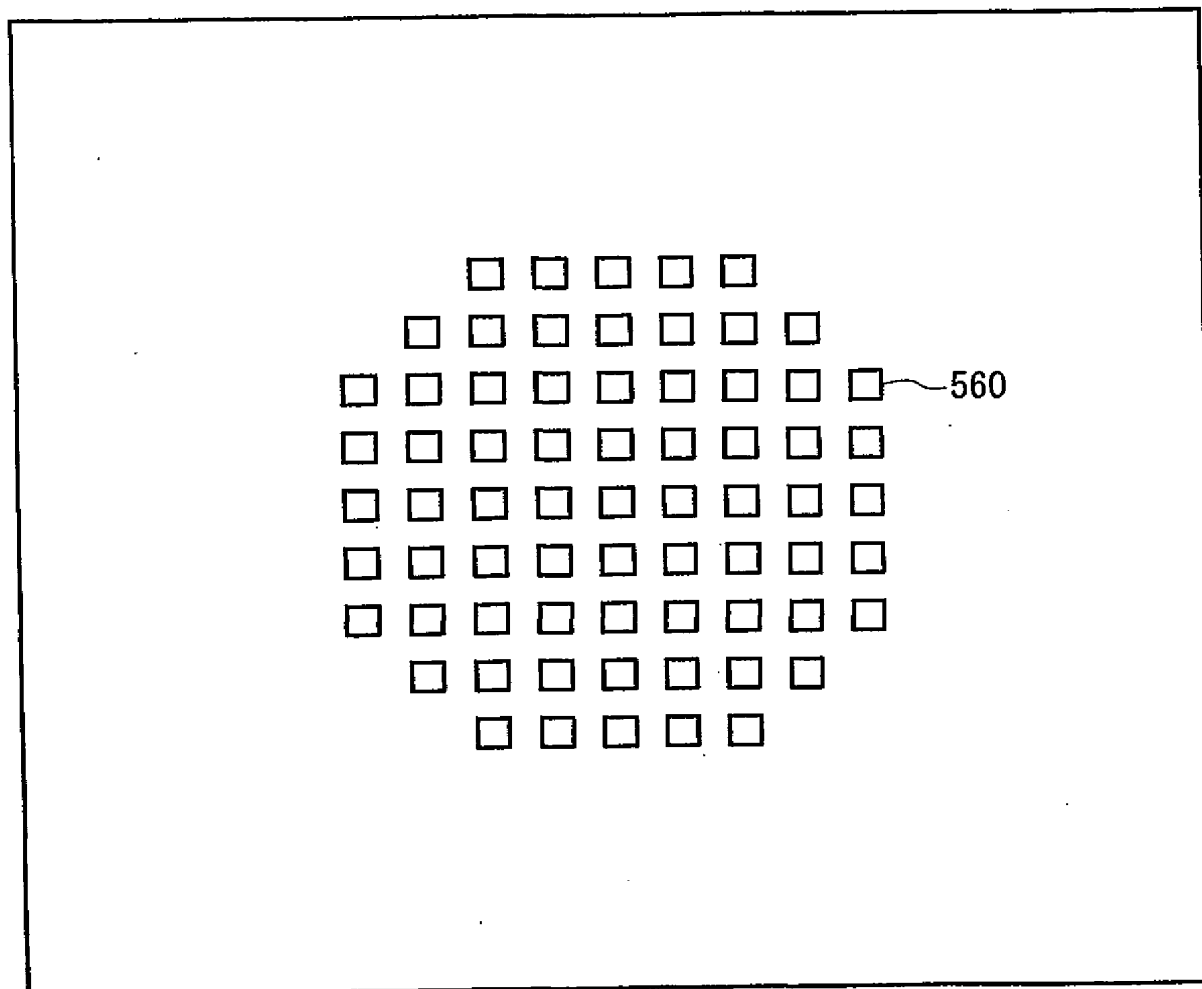


図 26

26/49

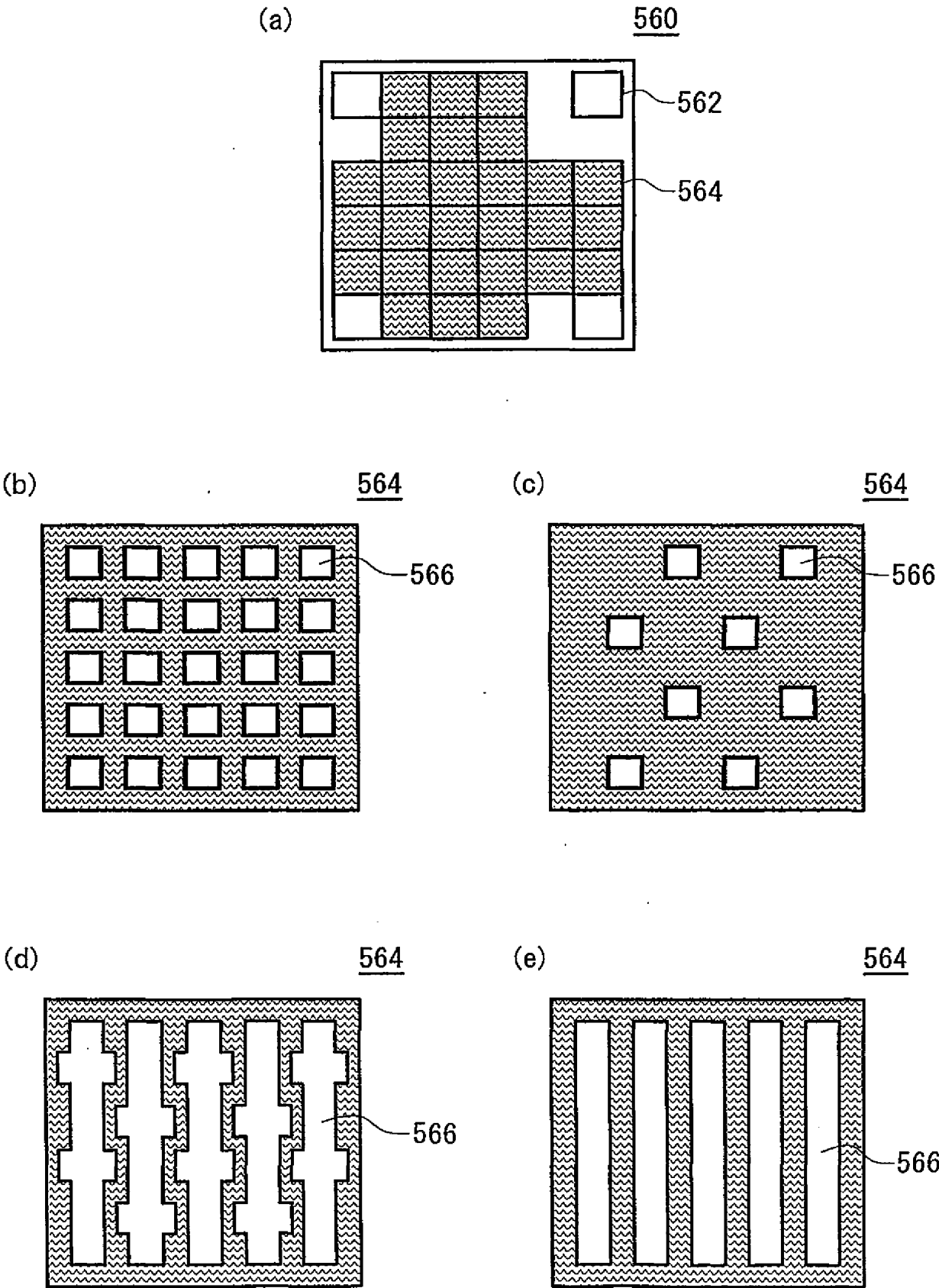


図 27

27/49

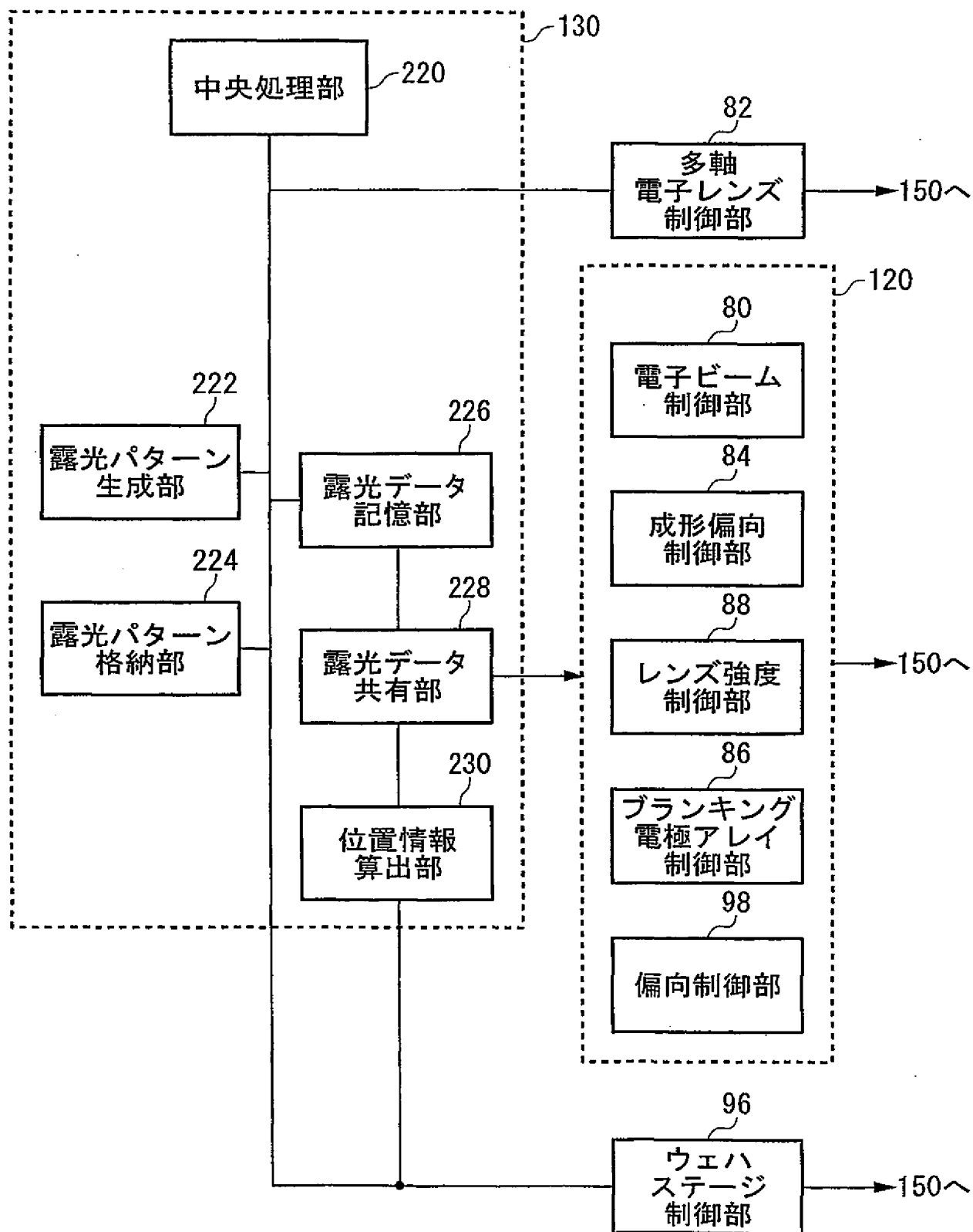
140

図 2 8

28/49

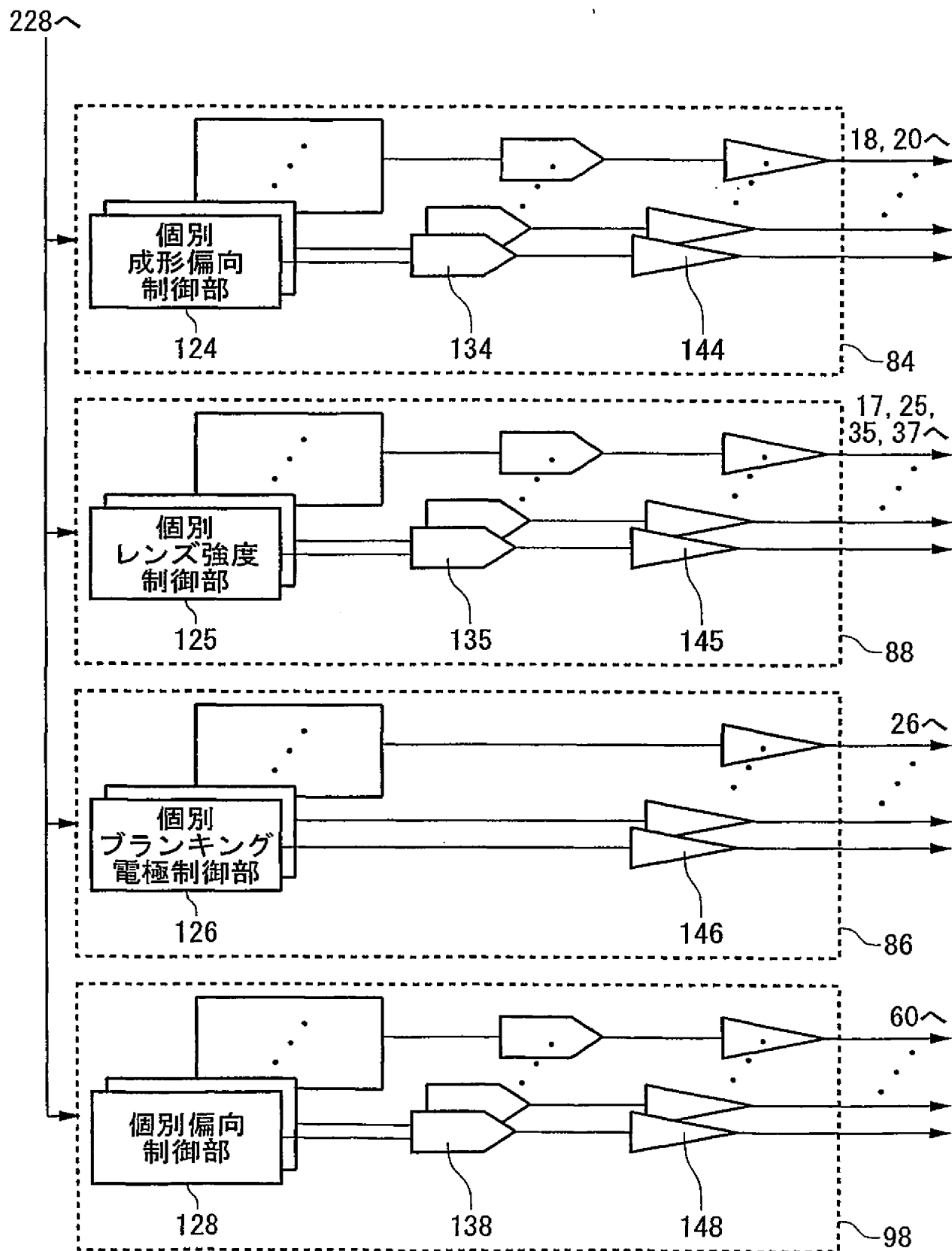


図 29

29/49

50

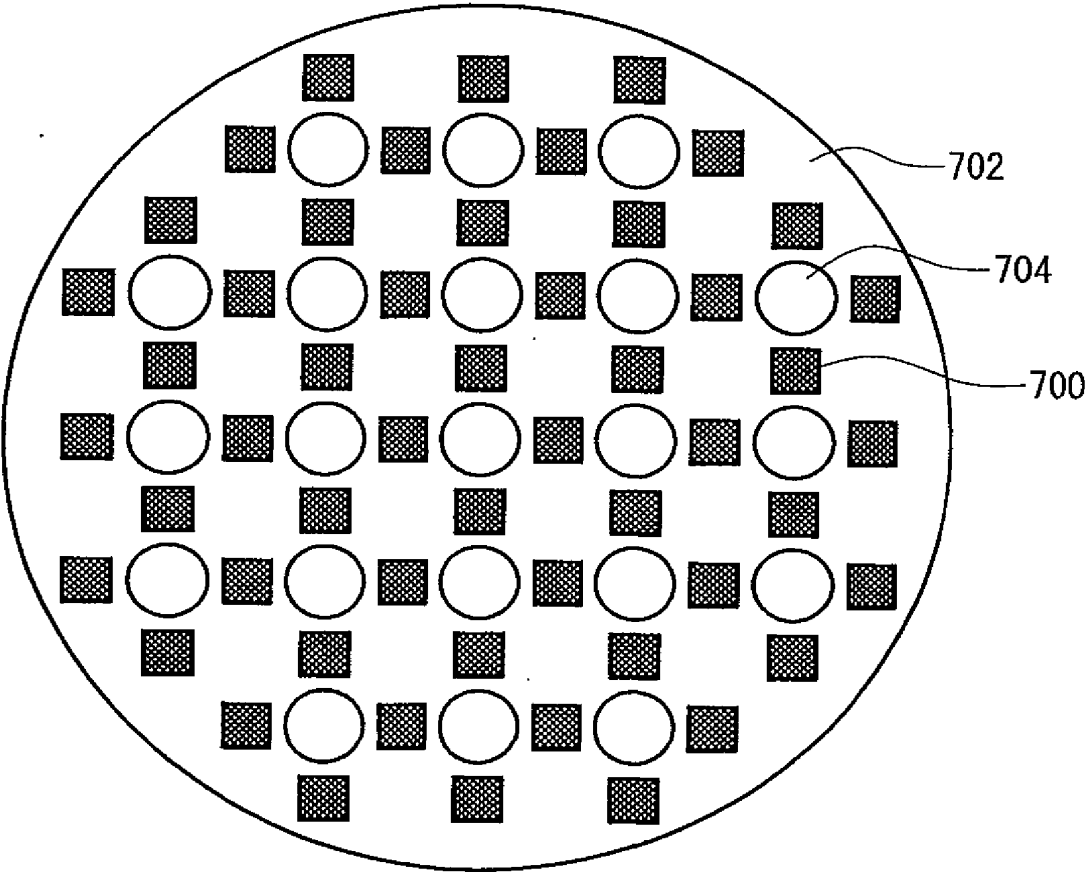


図 30

30/49

50

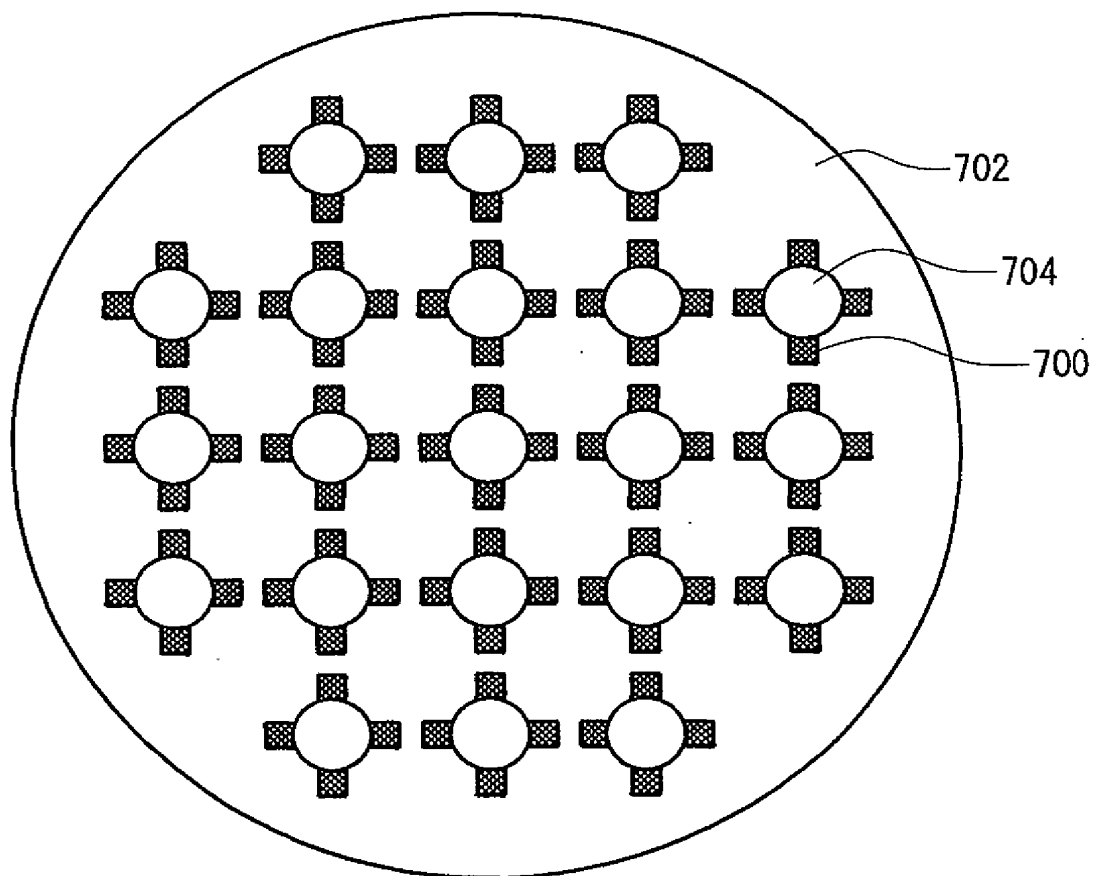


図 3 1

31/49

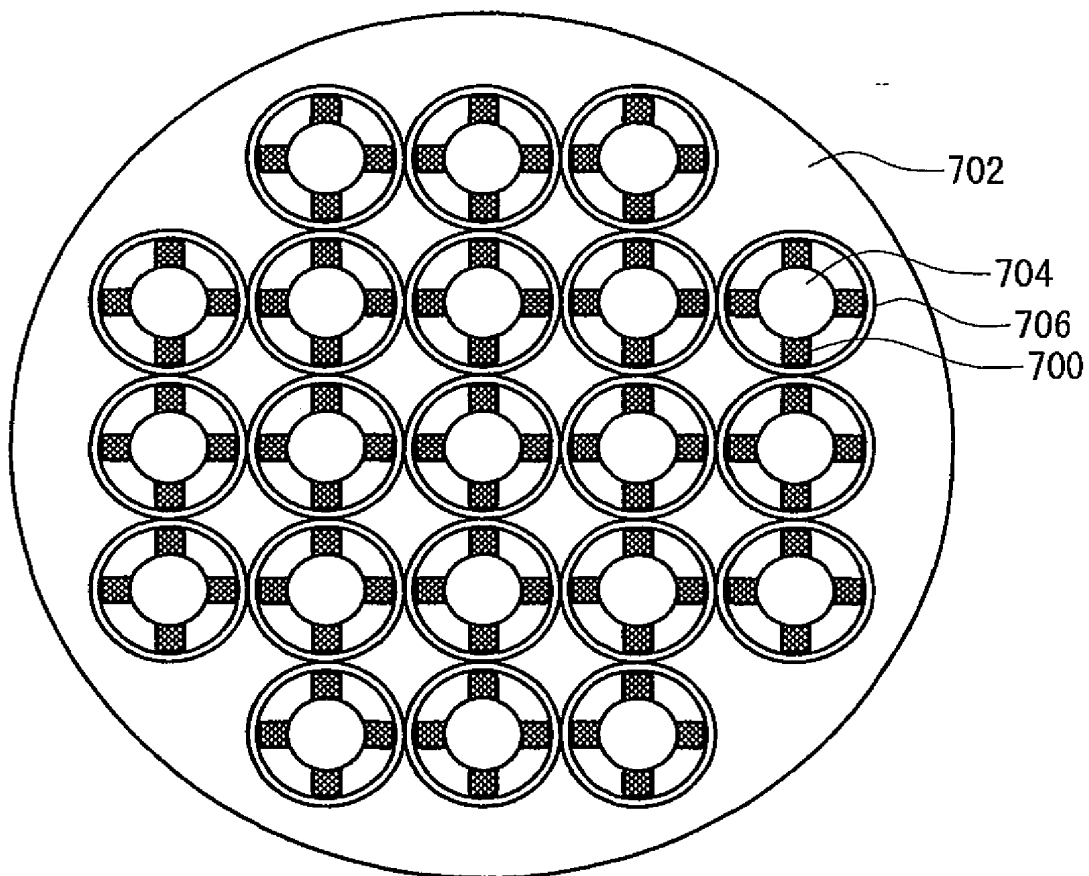
50

図 3 2

32/49

50

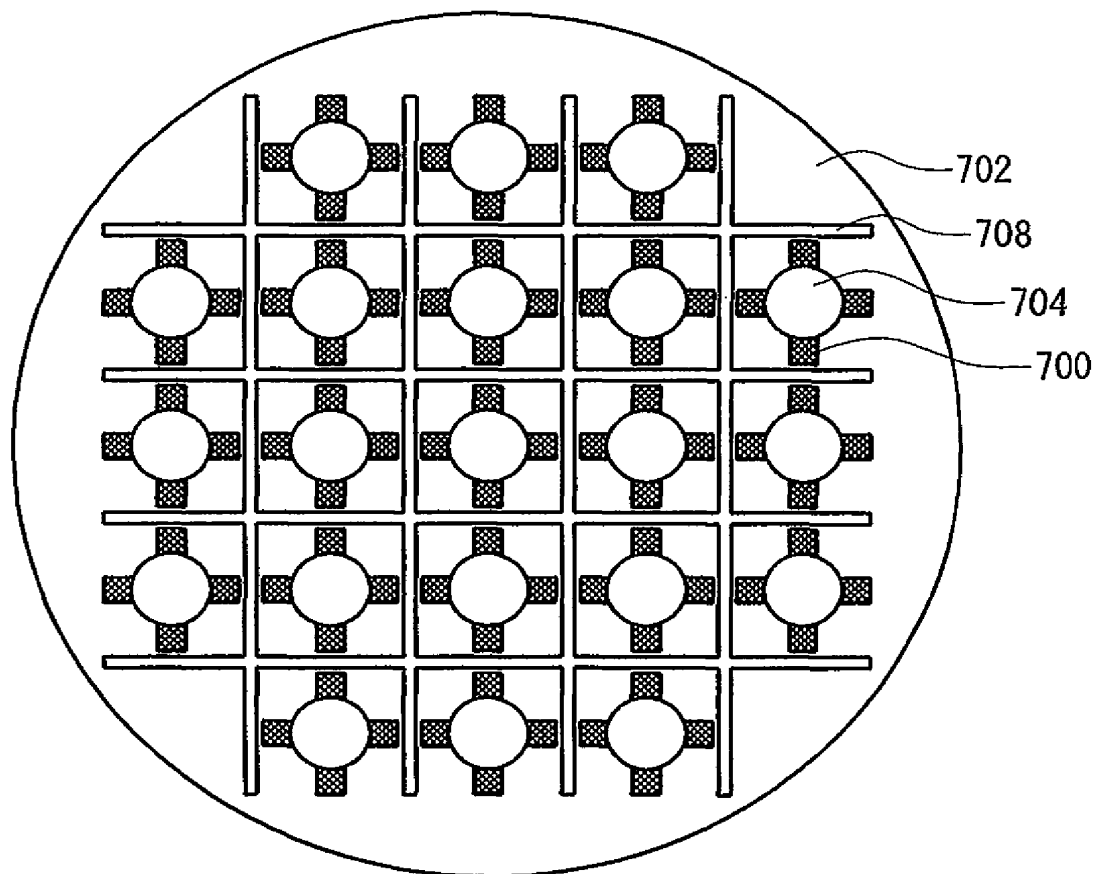


図 3 3

33/49

100

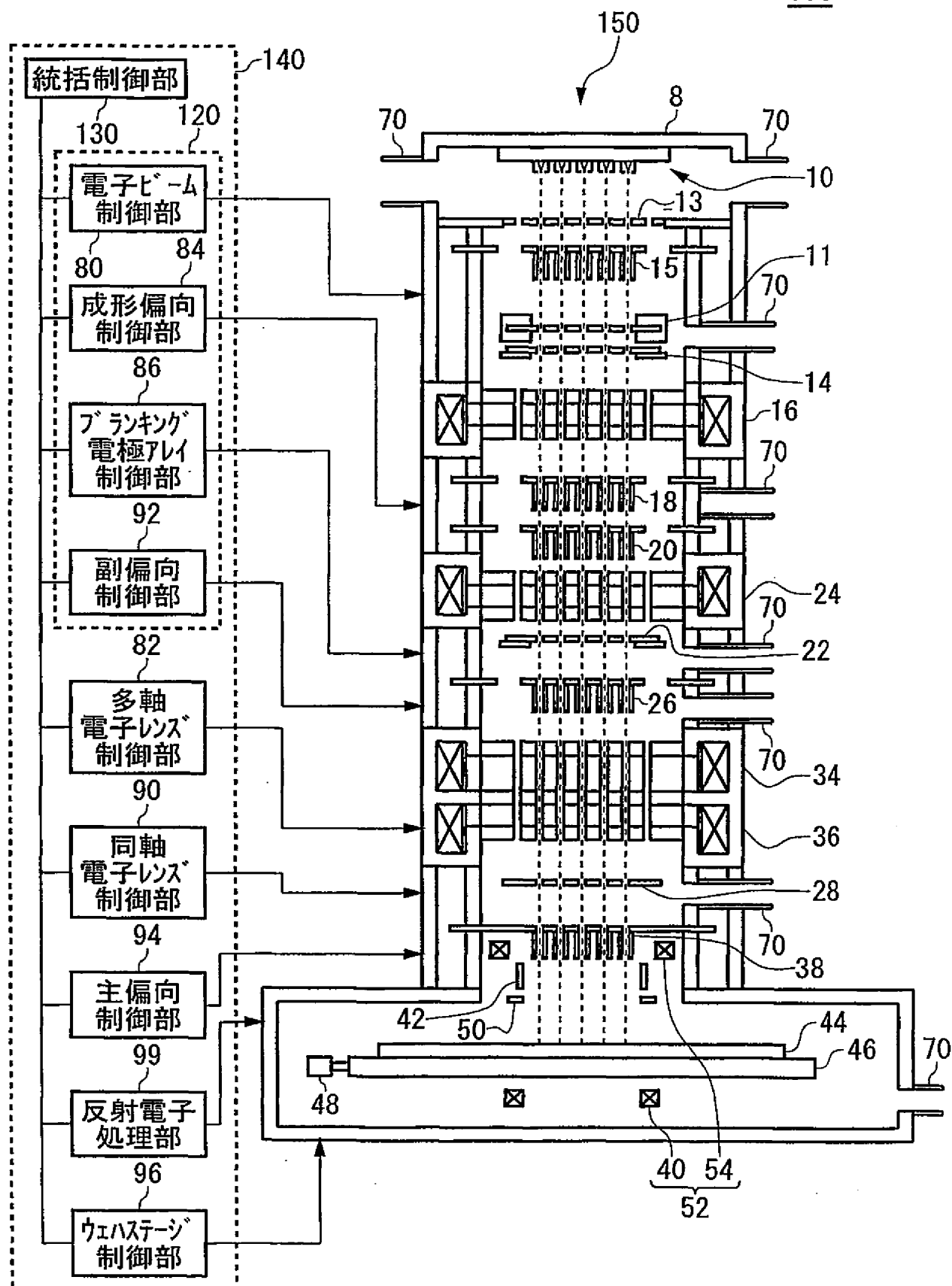
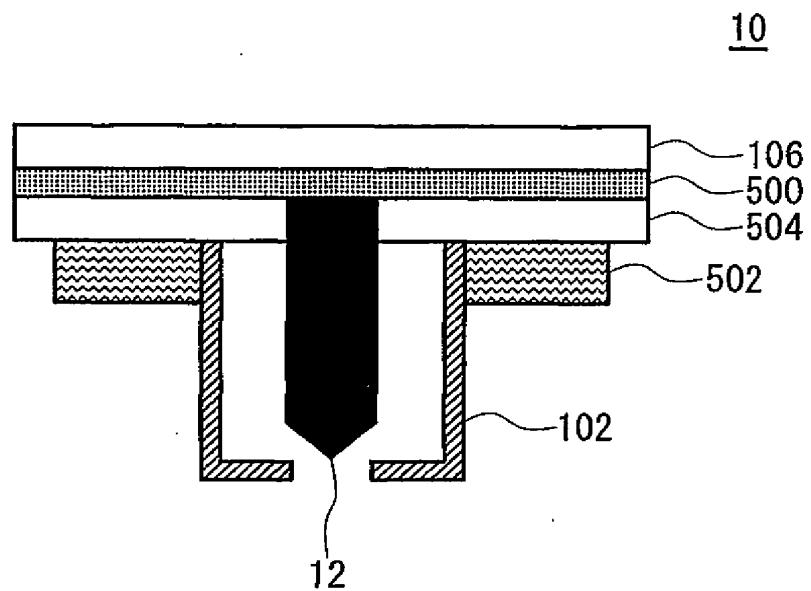


図 3 4

34/49

(a)



(b)

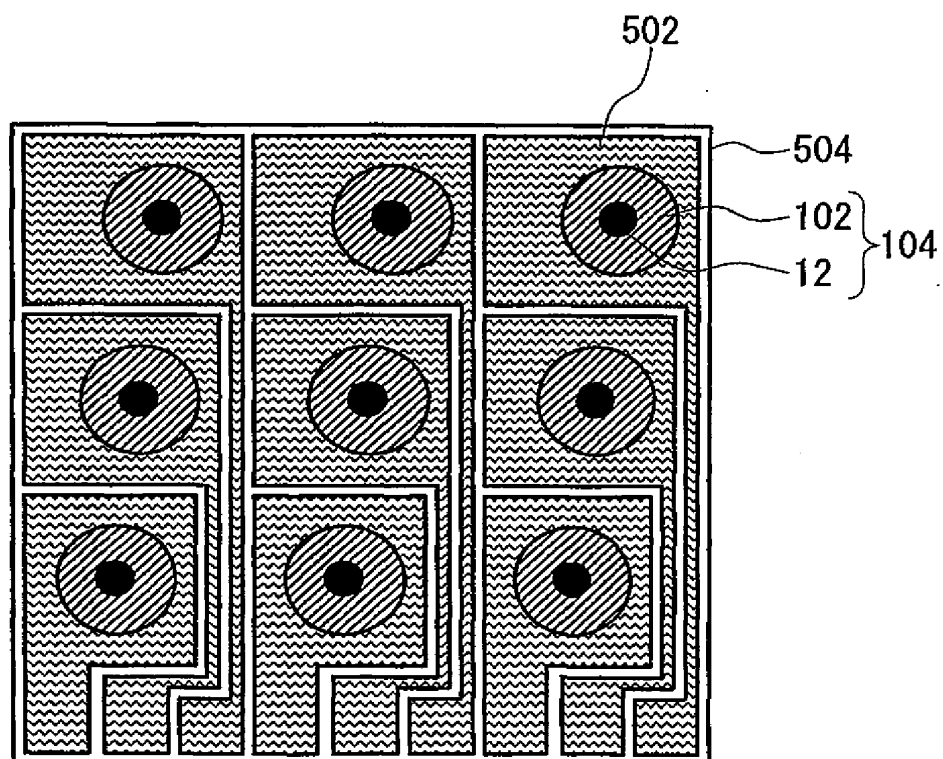


図 3 5

35/49

26

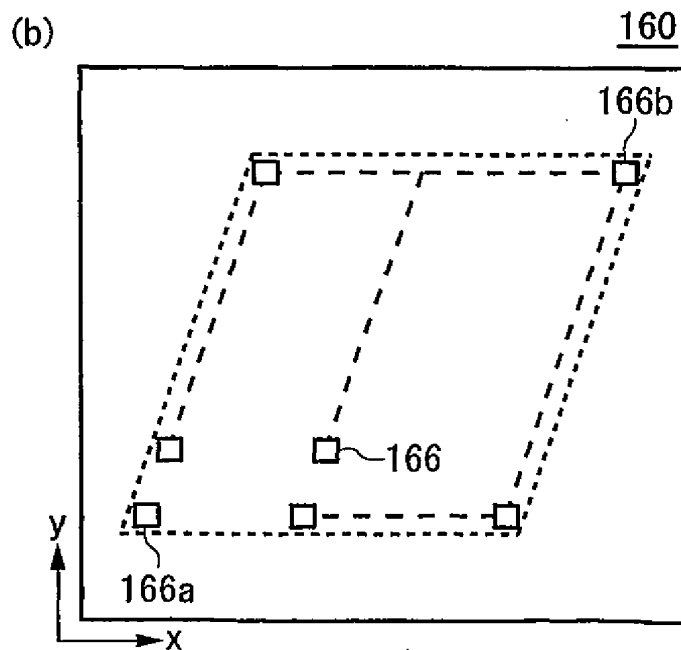
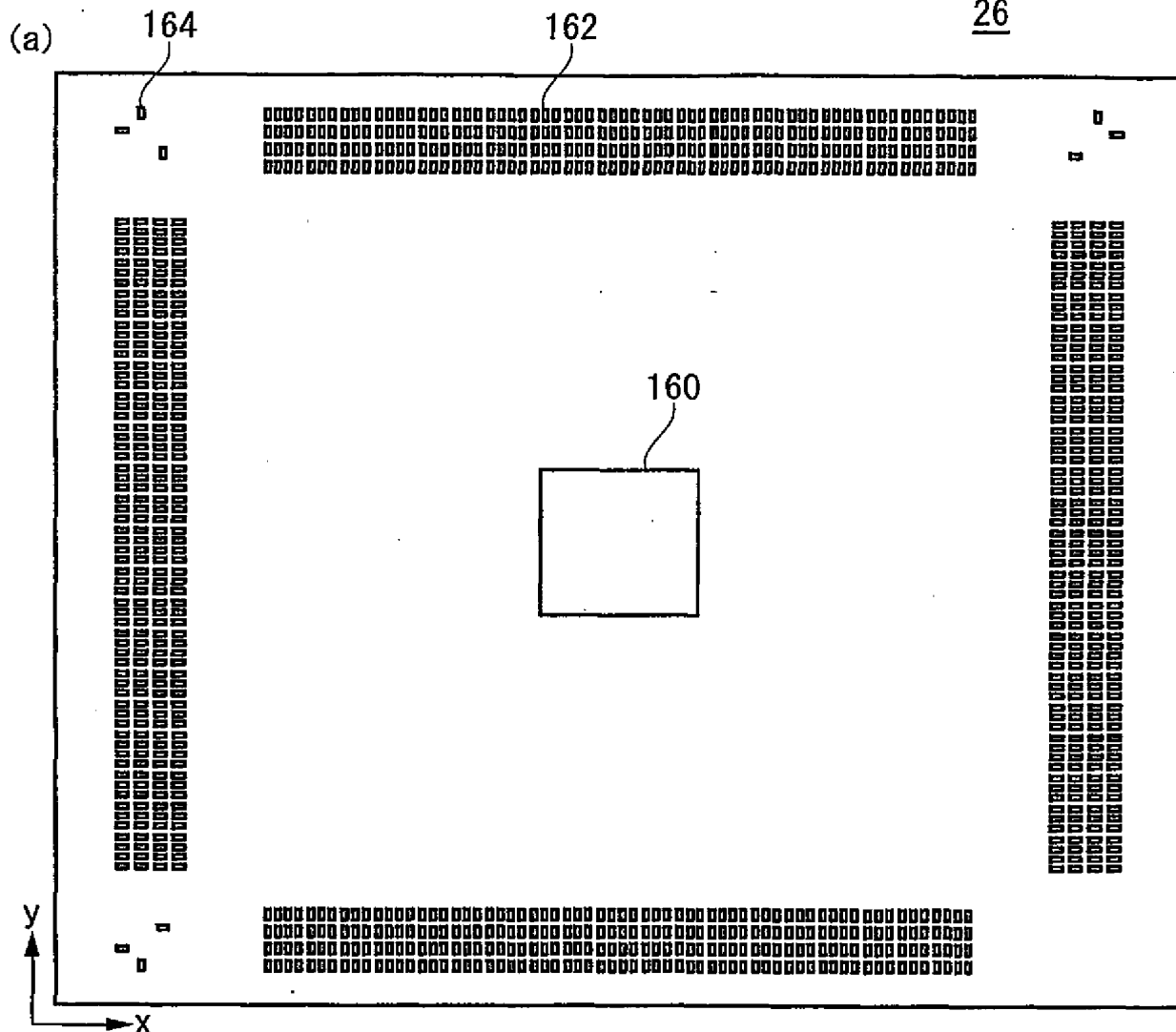


図 3 6

36/49

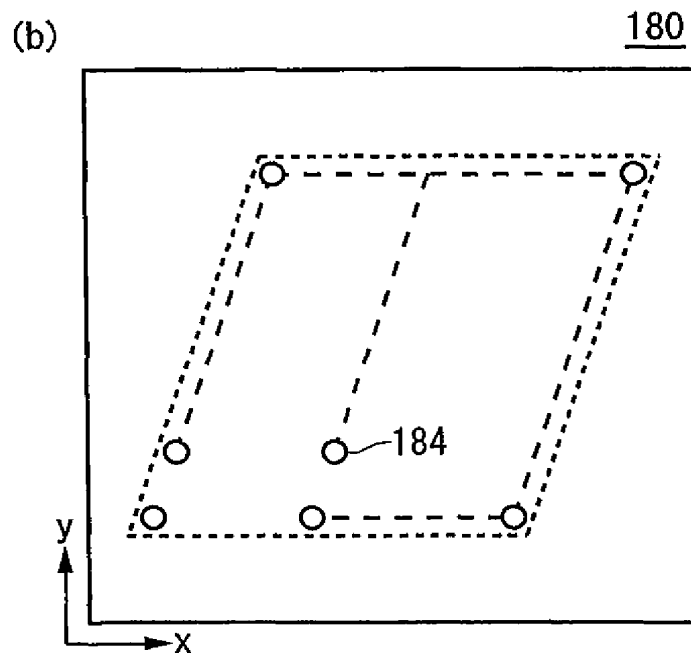
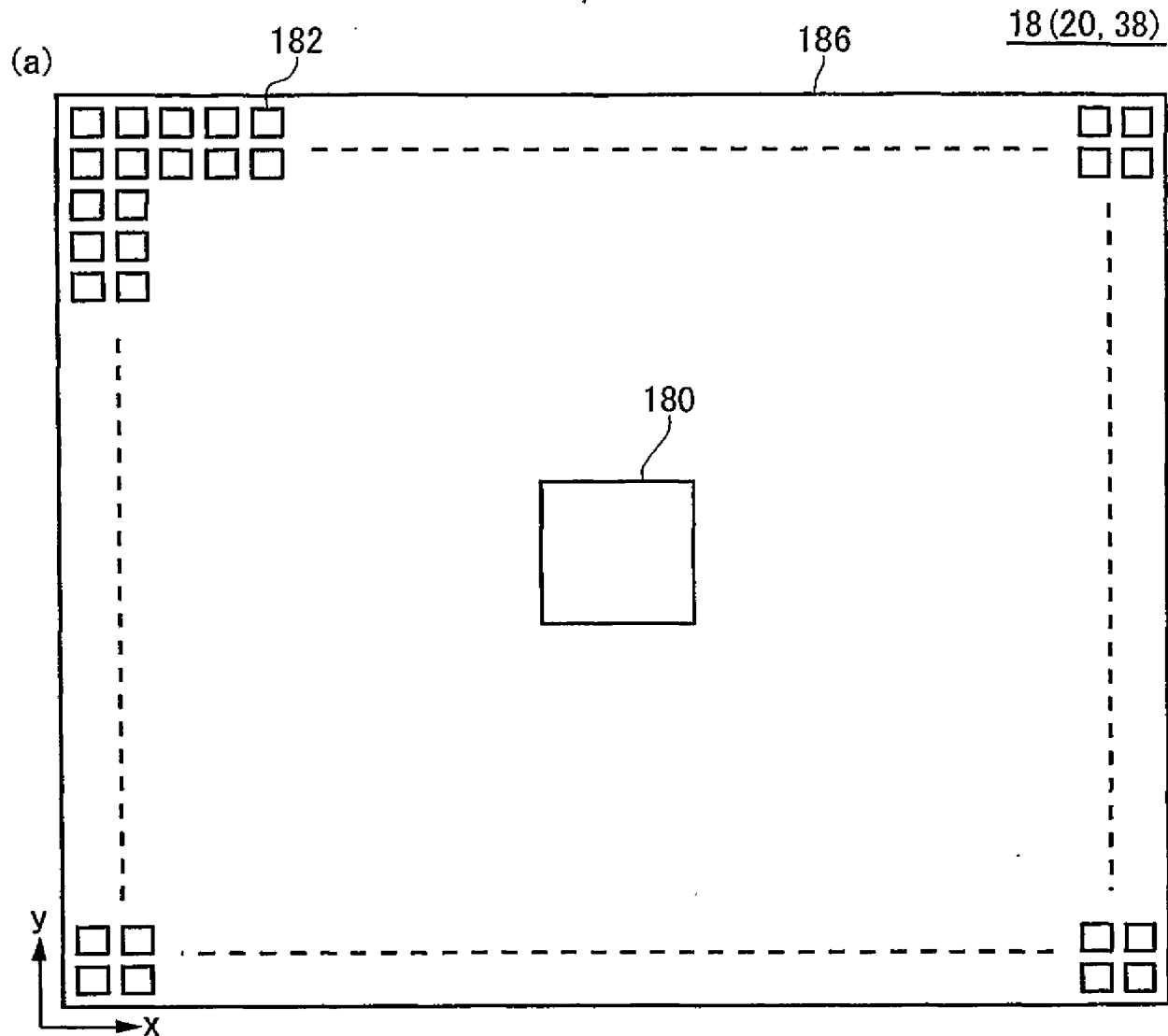


図 37

37/49

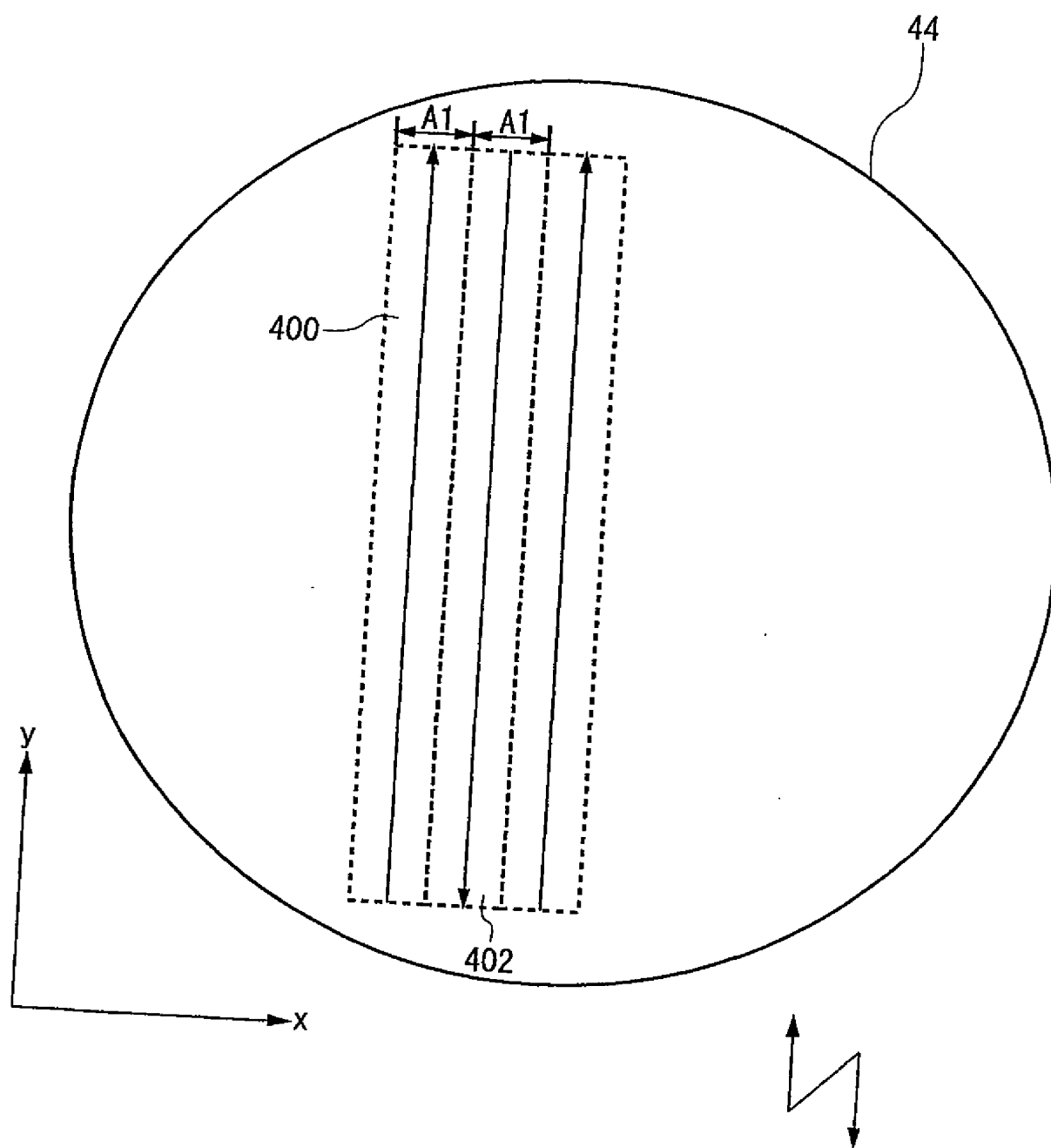
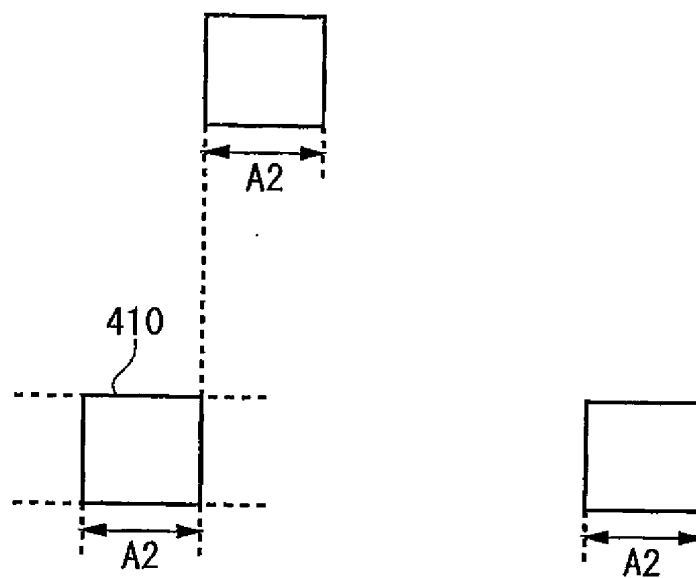


図 3 8

38/49

(a)



(b)

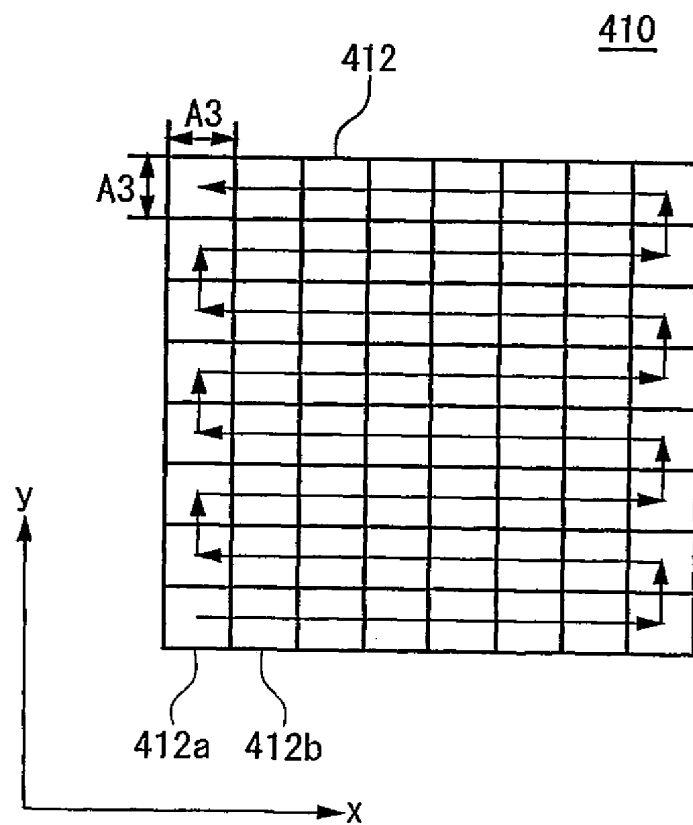


図 39

39/49

16

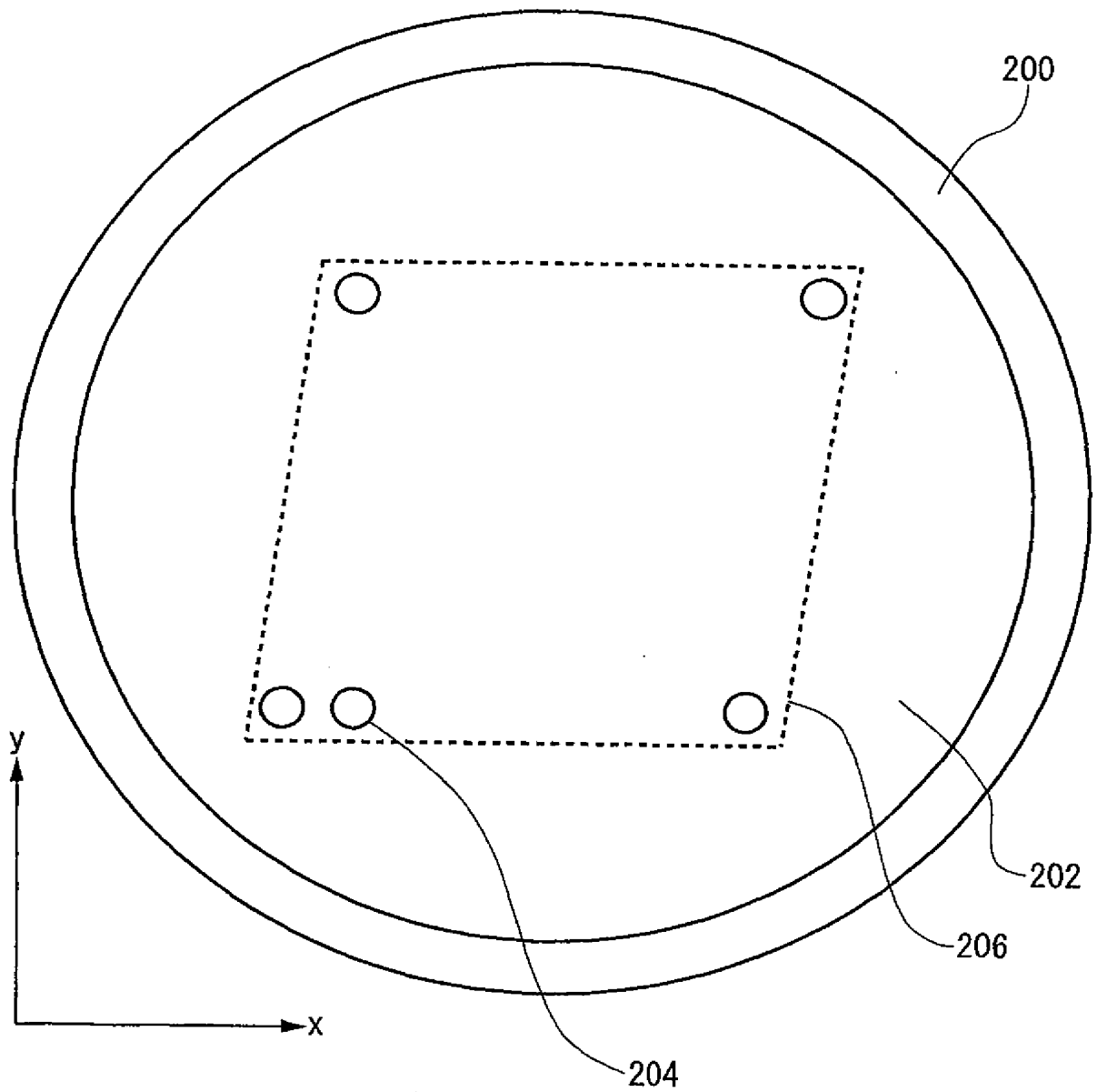
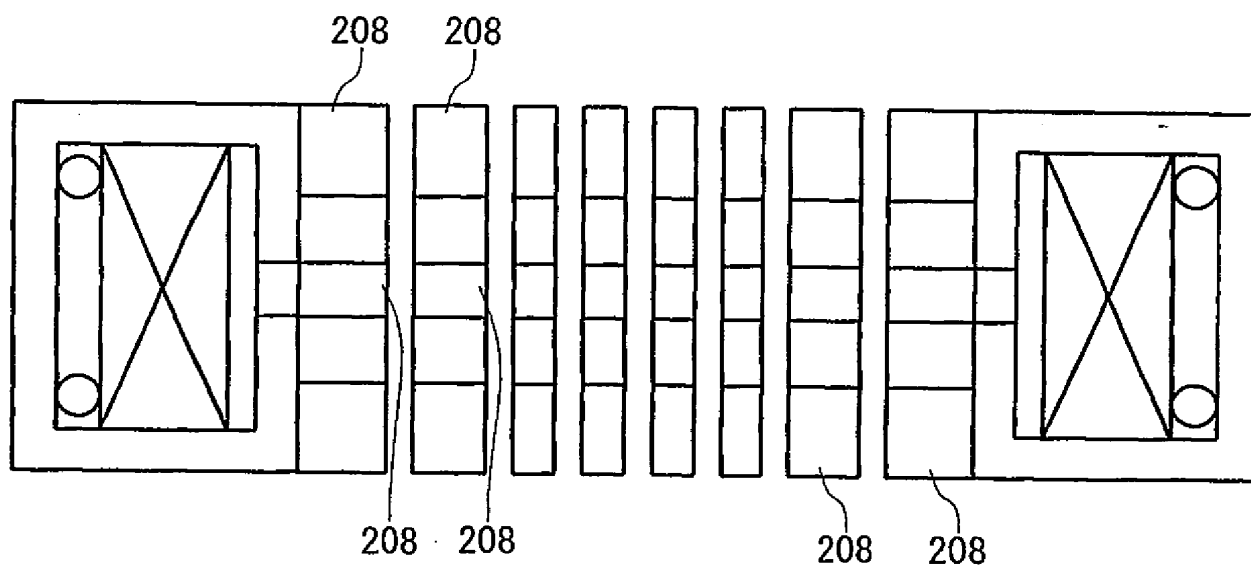


図 40

40/49

16

(a)



16

(b)

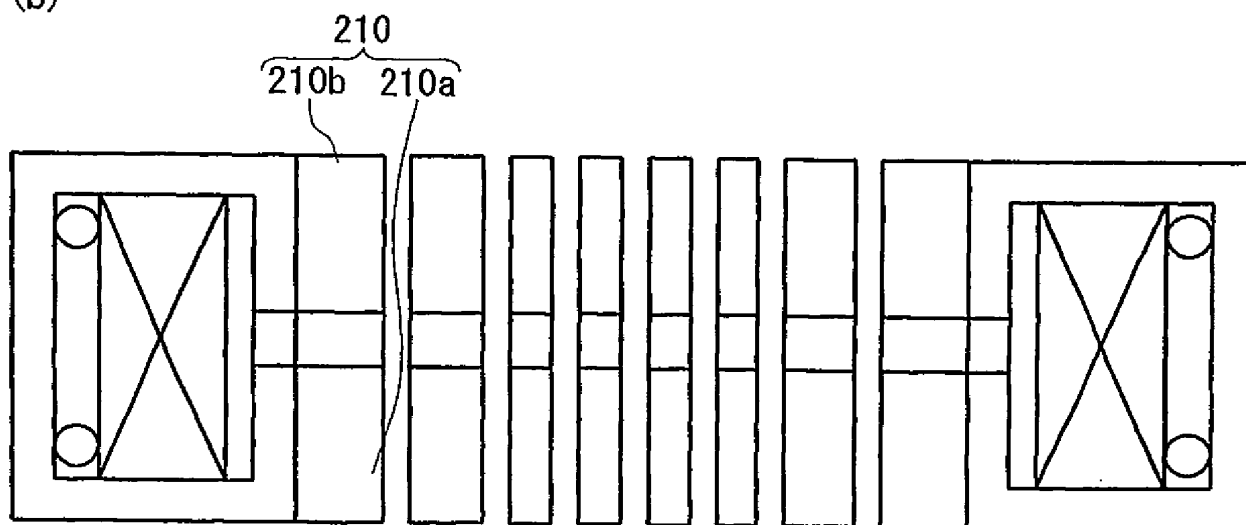


図 4 1

41/49

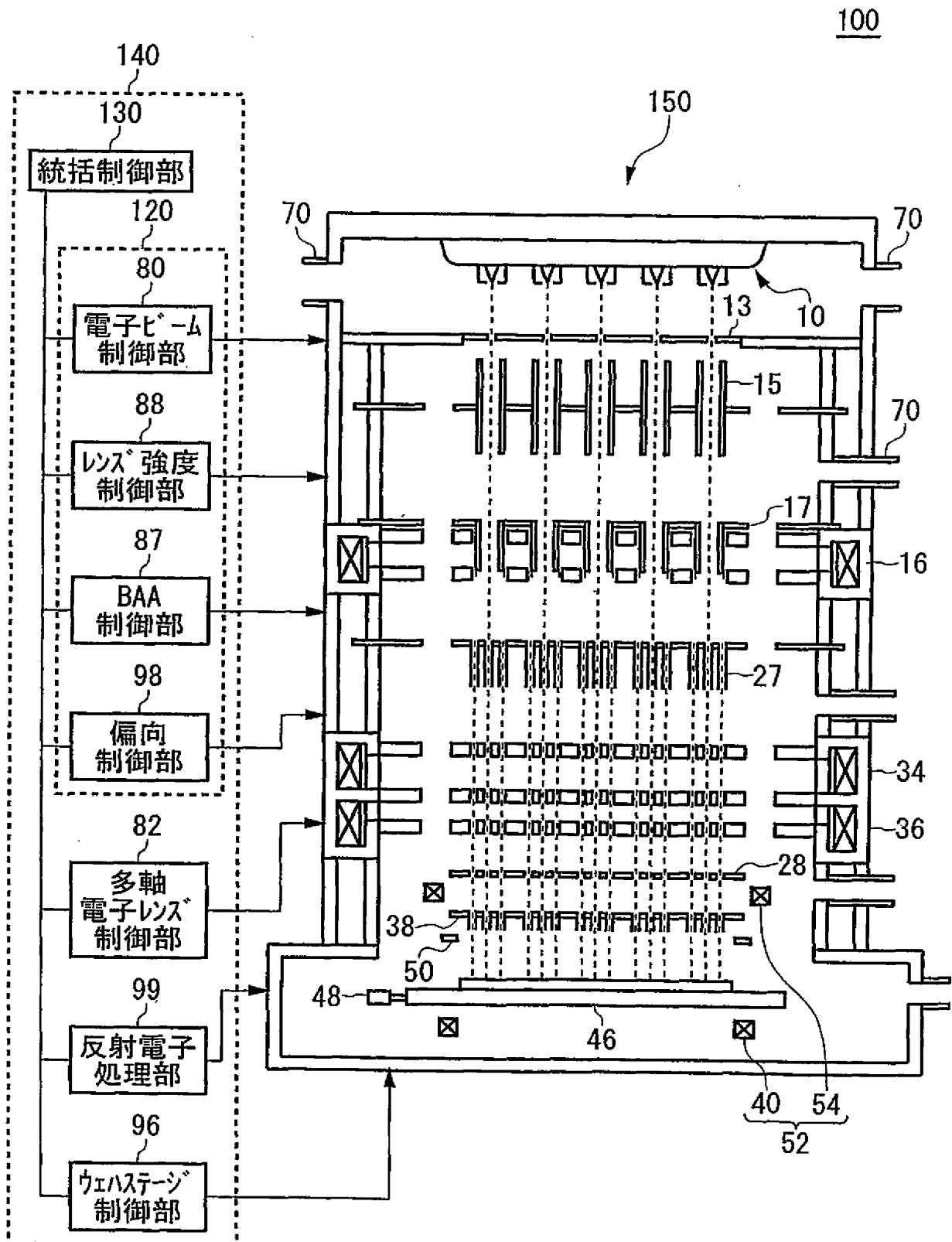
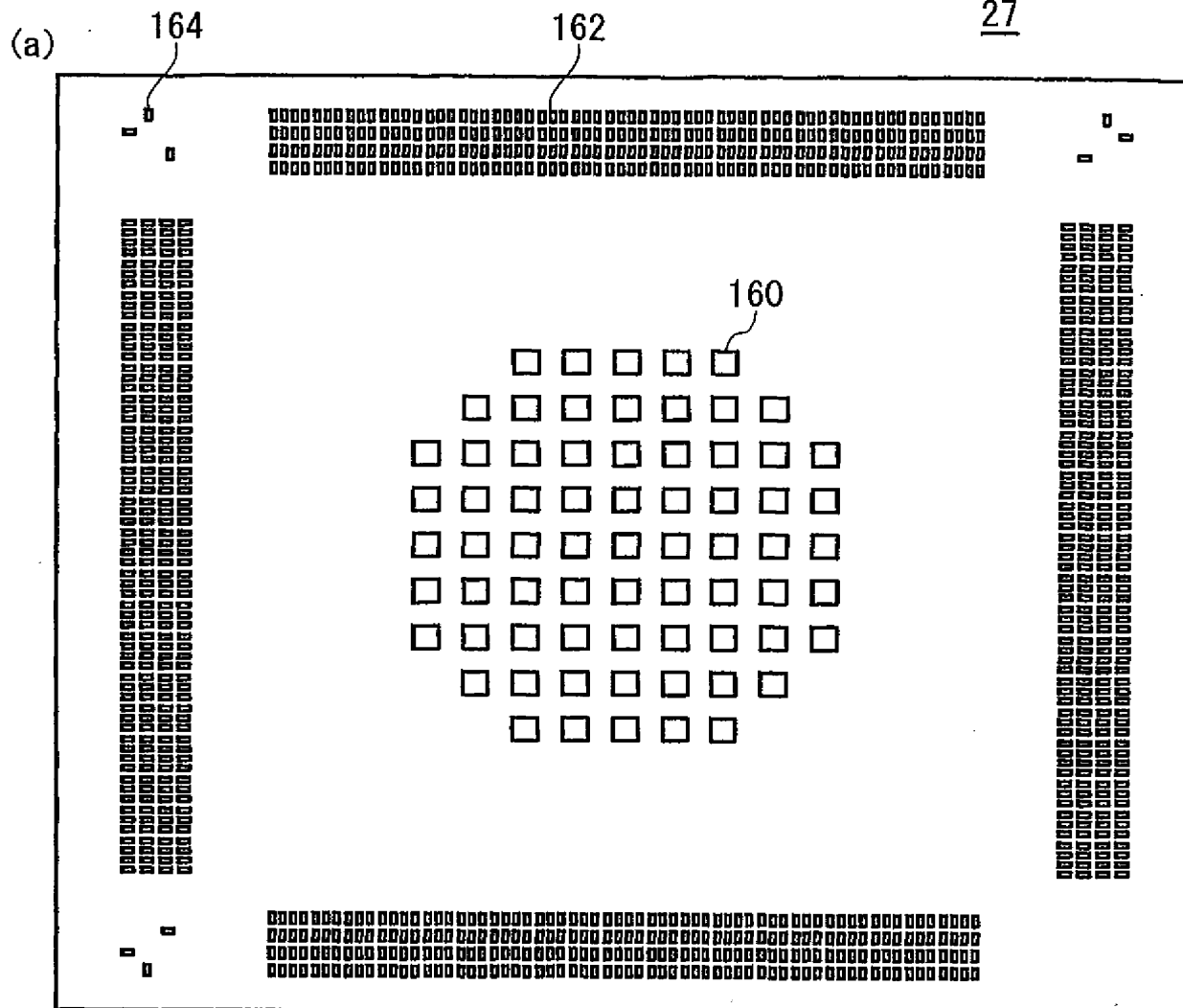


図 4 2

42/49

27

(b)

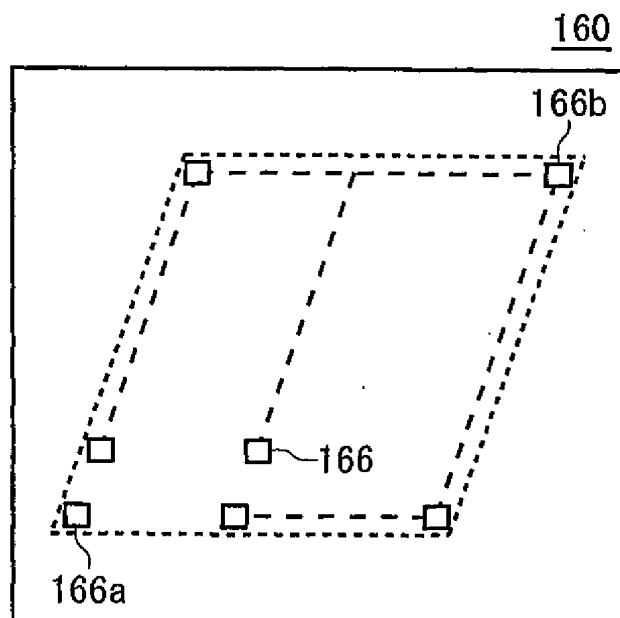
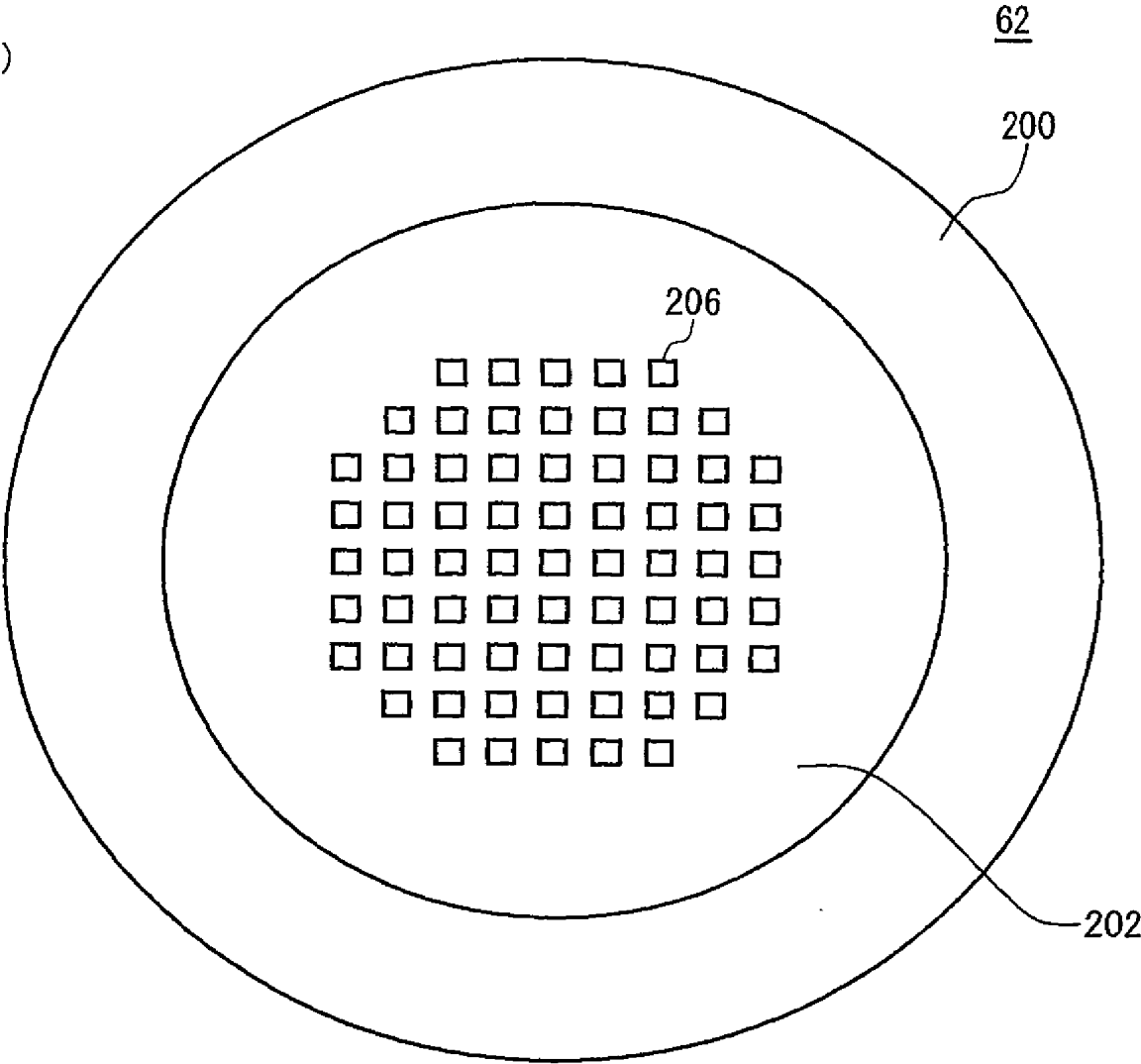


図 4 3

43/49

(a)



(b)

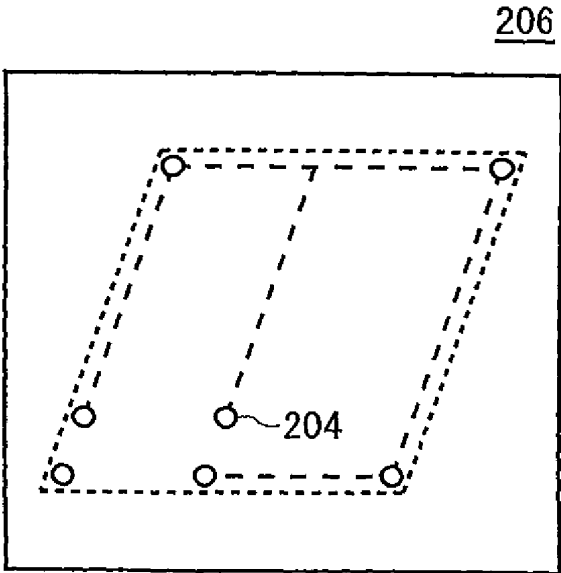
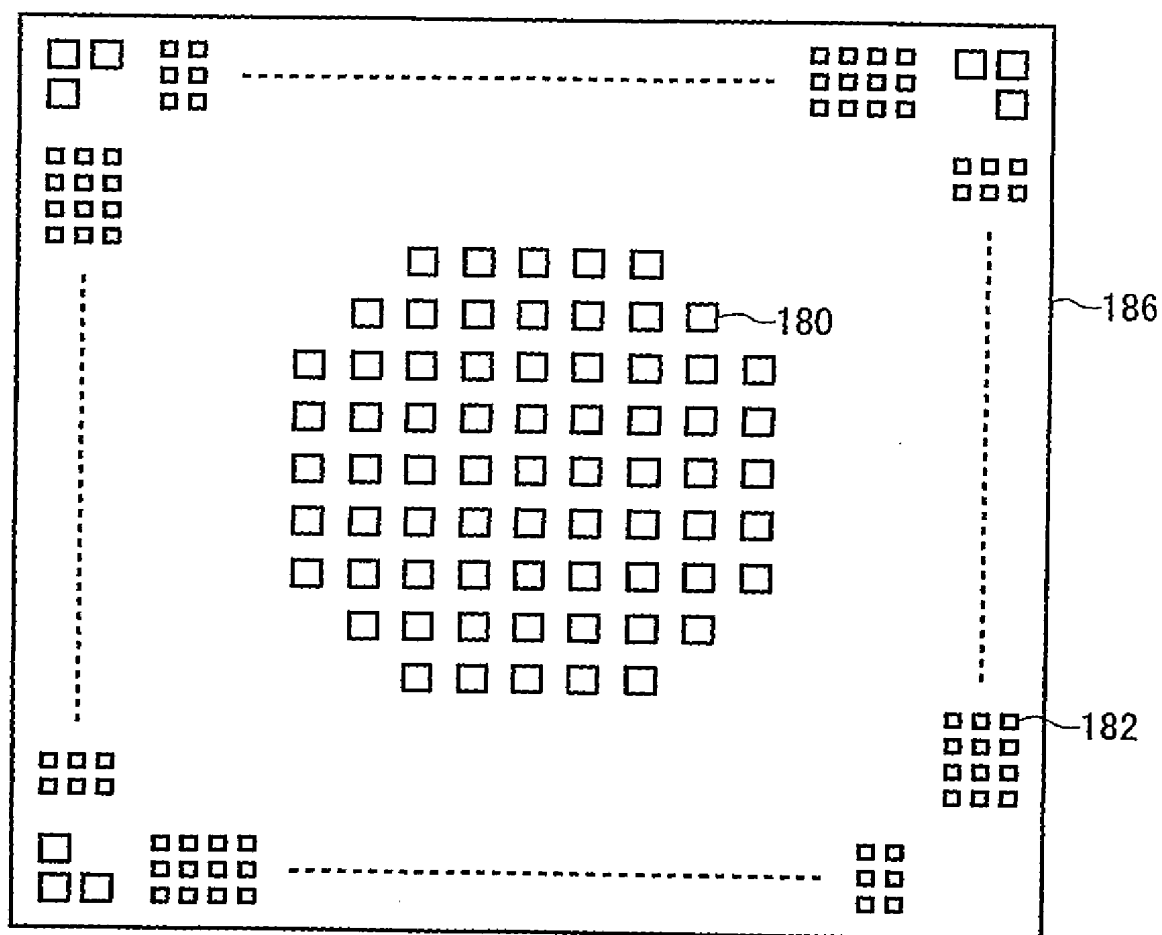


図 4 4

44/49

(a)

60



(b)

180

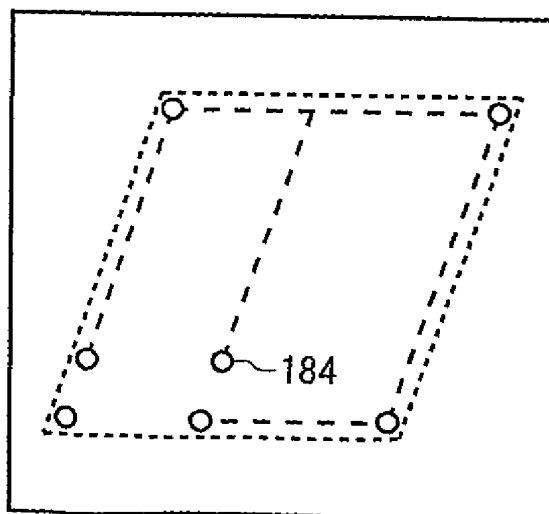


図 4 5

45/49

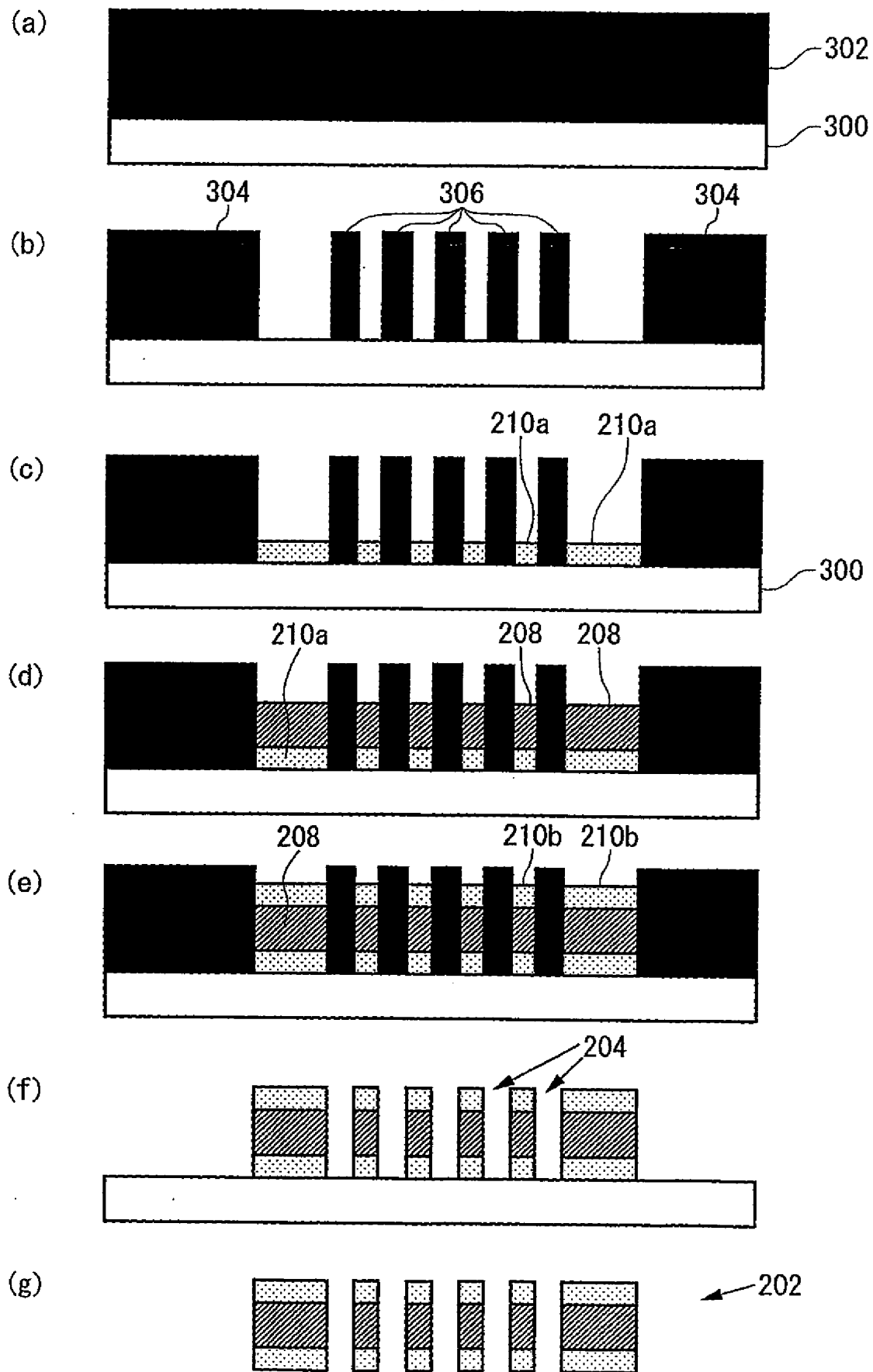


図 46

46/49

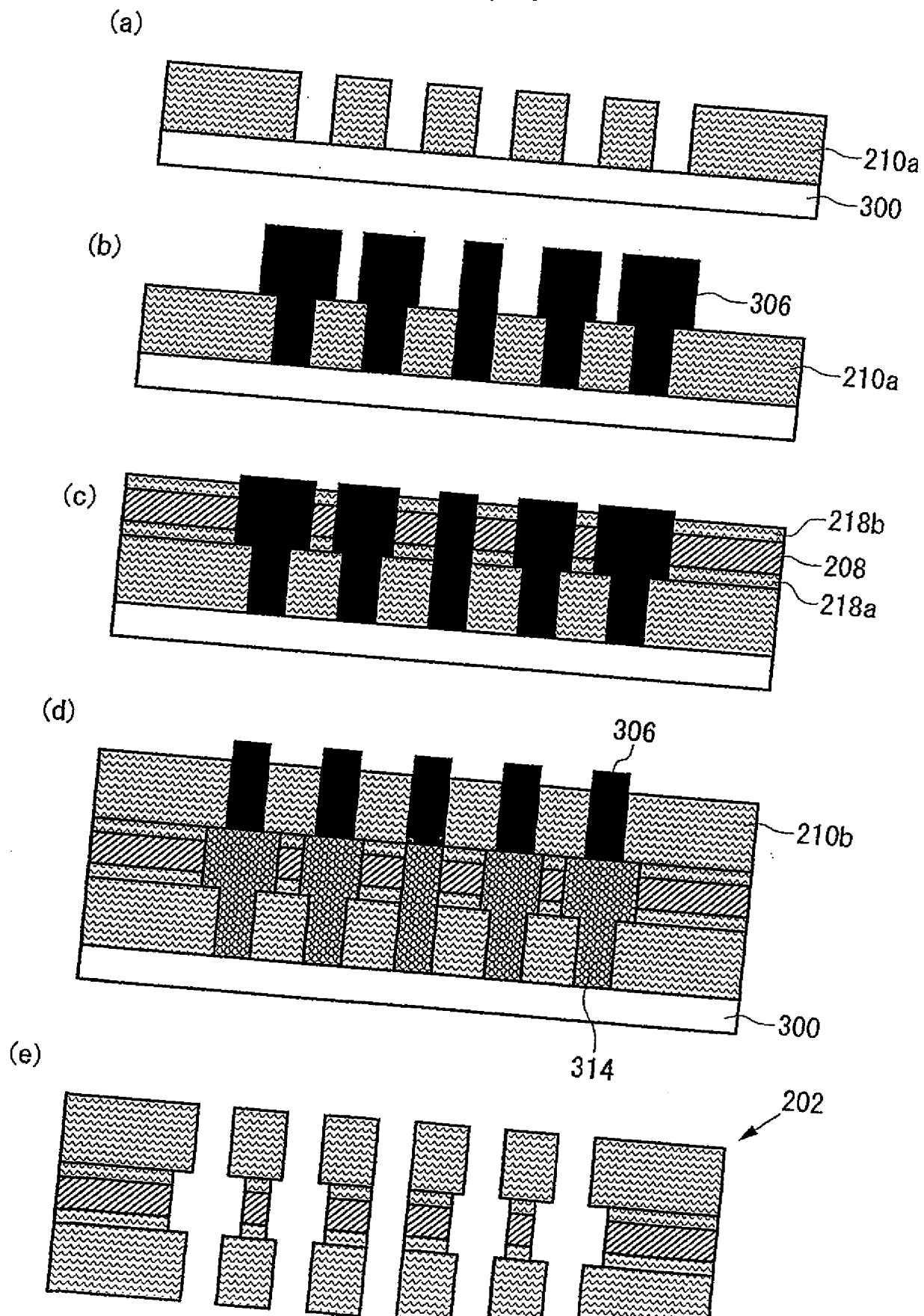


図 4 7

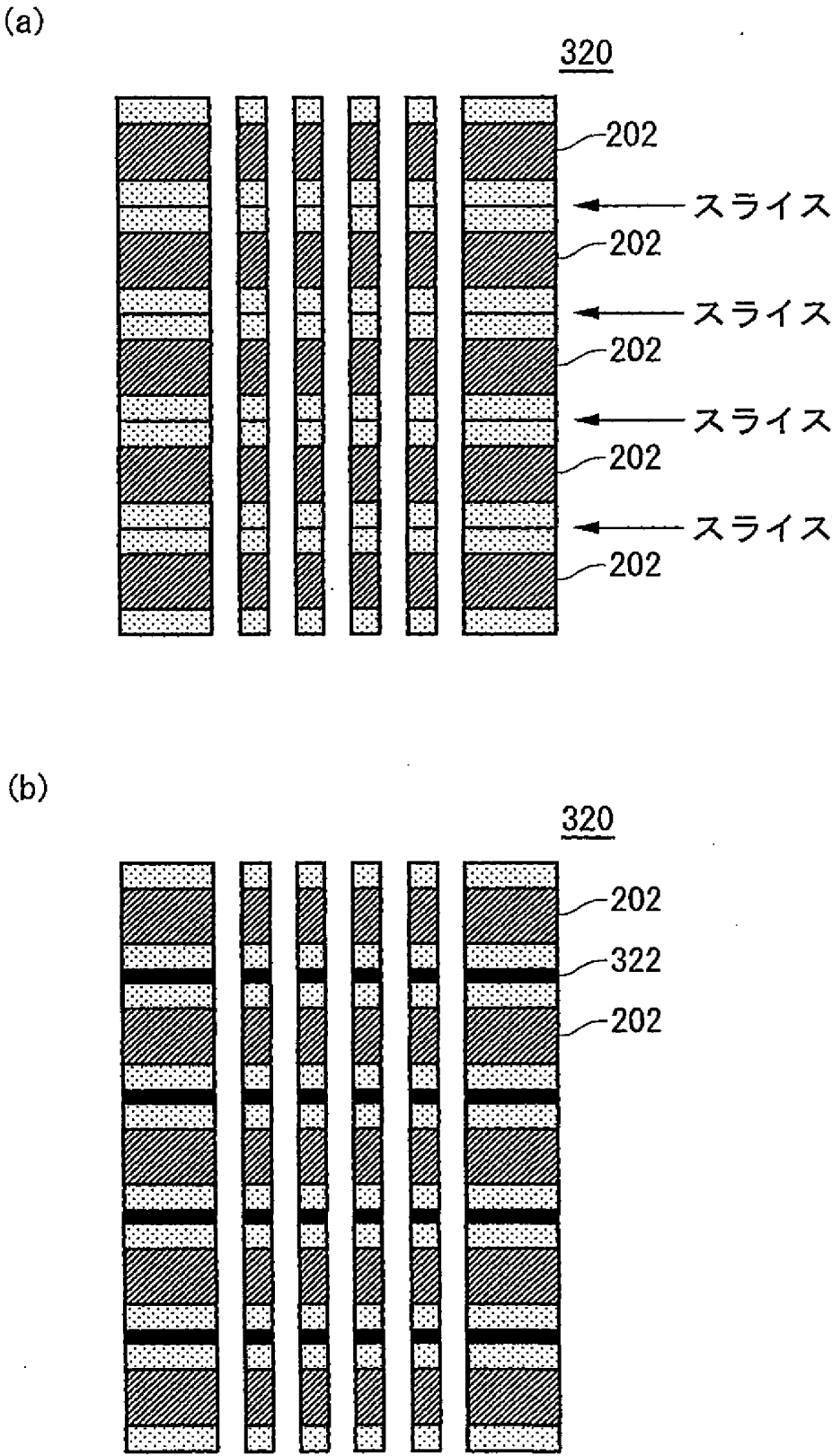
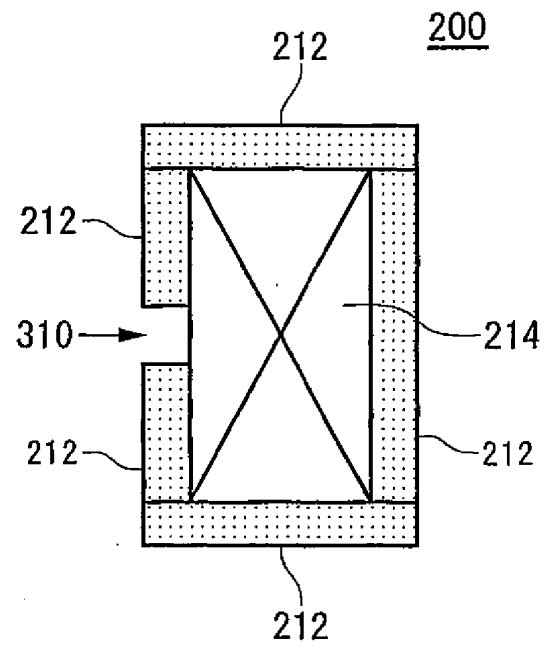
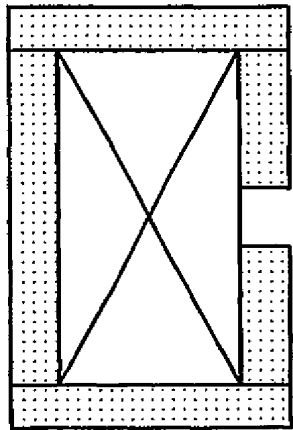


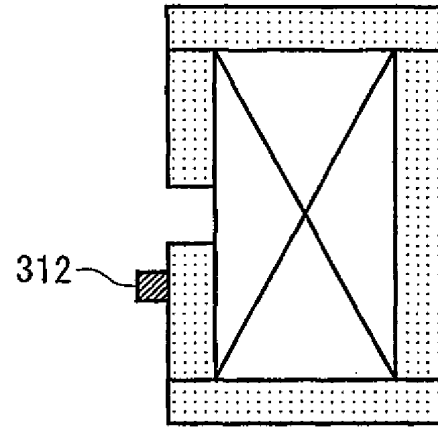
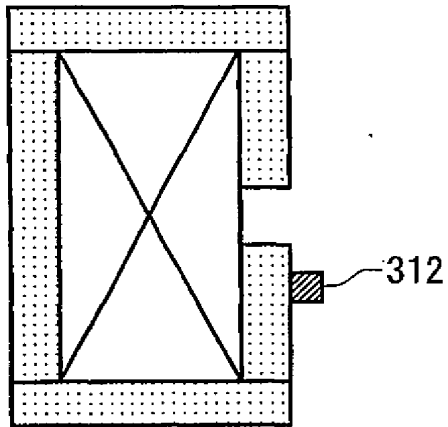
図 48

48/49

(a)



(b)



(c)

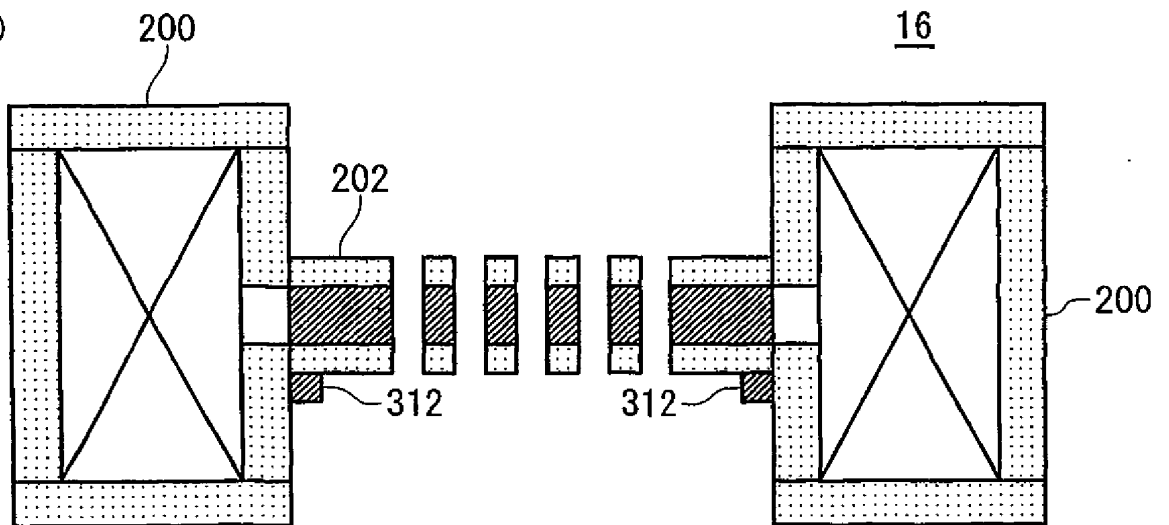
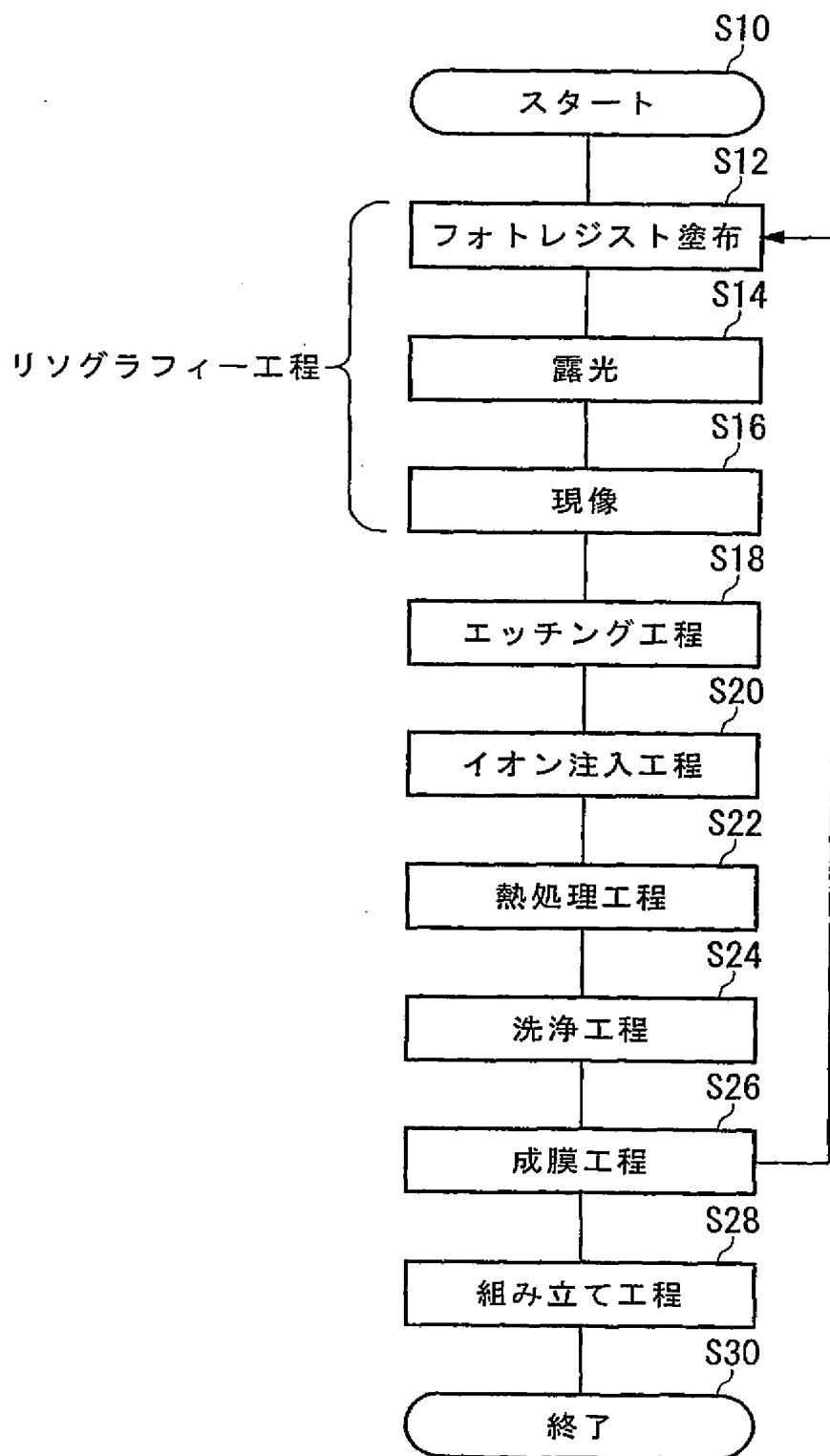


図 4 9

49/49



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/02280

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20, H01J37/305, H01J37/065, H01J37/141

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20, H01J37/305, H01J37/065, H01J37/141

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 8-191042, A (Hitachi, Ltd.), 23 July, 1996 (23.07.96), page 1; Par. Nos. [0006], [0014] (Family: none)	1-9, 14-16
X	JP, 5-275322, A (Fujitsu Limited), 22 October, 1993 (22.10.93), Par. Nos. [0013], [0022] (Family: none)	1-9, 14-16
X	EP, 518633, A (Fujitsu Limited), 10 June, 1992 (10.06.92), & JP, 5-251315, A (Fujitsu Limited)	1-9, 14-16
A	JP, 11-87206, A (Canon Inc.), 30 March, 1999 (30.03.99), page 1 (Family: none)	1-16
A	US, 6014200, A (Nikon Corporation), 11 January, 2000 (11.01.00), & JP, 11-317357, A (Nikon Corporation)	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 June, 2001 (13.06.01)

Date of mailing of the international search report  
26 June, 2001 (26.06.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027 G03F7/20  
H01J37/305 H01J37/065 H01J37/141

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027 G03F7/20  
H01J37/305 H01J37/065 H01J37/141

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 8-191042, A (株式会社日立製作所) 23. 7月. 1996 (23. 07. 96)、 第1 ページ、【0006】、【0014】 (ファミリーなし)	1-9, 14-16
X	JP, 5-275322, A (富士通株式会社) 22. 10月. 1993 (22. 10. 93)、 【0013】、【0022】 (ファミリーなし)	1-9, 14-16
X	EP, 518633, A (FUJITSU LIMITED) 10. 6月. 1992 (10. 06. 92) & JP, 5-251315, A (富士通株式会社)	1-9, 14-16

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 06. 01

国際調査報告の発送日

26. 06. 01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩本 勉

2M 9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 11-87206, A (キャノン株式会社) 30. 3月. 1999 (30. 03. 99)、 第 1 ページ (ファミリーなし)	1-16
A	US, 6014200, A (Nikon Corporation) 11. 1月. 2000 (11. 01. 00) & JP, 11-317357, A (株式会社ニコン)	1-16